В. А. Батраков
В. И. Богатырев



Электронные цифровые машины

для решения информационно-логических задач

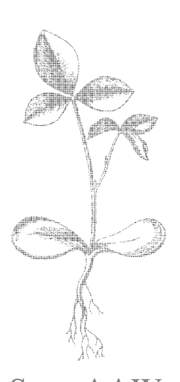
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 404

В. А. БАТРАКОВ, В. И. БОГАТЫРЕВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1961 ЛЕНИНГРАД

В брошюре приводятся краткие сведения об особенностях экономической и учетно-плановой информации, а также излагаются основные особенности обработки этой информации на электронных цифровых машинах. Приведены краткие сведения о характеристиках и особенностях структуры электронных цифровых машин, предназначенных для обработки учетно-плановой информации. В брошюре широко использованы и обобщены публикуемые в иностранной печати сведения по электронным цифровым машинам этого класса.

Брошюра рассчитана на подготовленных радиолюбителей и широкий круг читателей, имеющих общее представление о работе, структуре и основных характеристиках электронных вычислительных машин.

6П2 15 *Батраков Владлен Александрович и Богатырев Владимир Ильич*

Бат 28 **Электронные цифровые машины для решения информационно-логических задач,** Госэнергоиздат, 1961. 80 с. с черт. (Массовая радиобиблиотека, вып. 404).

6П2 15

Редактор *С. Ф. Баваров* Техн. редактор *М. М. Широкова*

Сдано в пр-во 8/III 1961 г. Подписано к печати 29/IV 1961 г.
Формат бумаги $84\times108^1/_{32}$ 4,1 п. л. Уч.-изд. л. 4,2
Т-05901 Тираж 40 000 экз. (1-й завод 15 000 экз) Цена 17 коп. Зак. 411

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Достижения Советского Союза во всех отраслях народного хозяйства, науки и техники демонстрируют перед всем миром огромные преимущества советской социалистической системы. Дальнейшее движение социалистического народного хозяйства по пути строительства коммунистического общества требует непрерывного совершенствования форм организации и техники управления. Для решения этих задач большое значение приобретает постановка учета и изучения количественных показателей, характеризующих состояние народного хозяйства в целом и отдельных его отраслей. Хорошо поставленные учет и планирование позволяют своевременно вскрывать новые возможности и неиспользованные резервы в промышленности и сельском хозяйстве, устанавливать правильные соотношения между отдельными отраслями народного хозяйства, намечать пути их дальнейшего развития.

РОЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ

Очевидно, что состояние технических средств, используемых для решения задач учета и планирования, должно соответствовать уровню развития народного хозяйства. Нарушение этого соответствия приводит к тому, что получение данных учета и их обобщение отстают по времени от потребностей планирования, затрудняя управление народным хозяйством.

Поэтому Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют огромное внимание не только совершенствованию нашей экономики, но и внедрению новых технических средств управления ею, в том числе

средств комплексной автоматизации учета и планирования.

Используемые до настоящего времени так называемые средства малой механизации учетно-бухгалтерских работ (счетно-клавишные и перфорационные вычислительные машины), позволяющие в некоторой степени ускорить процессы учета и планирования, не удовлетворяют растущим потребностям народного хозяйства.

Решение проблемы комплексной механизации и автоматизации учетно-плановых работ достигается путем широкого внедрения современных достижений математики и средств электронной вычислительной техники в область экономического учета, планирования и управления производством. Только таким путем можно обеспечить своевременное получение научно обоснованных и точных показателей, характеризующих состояние народного хозяйства или отдельных его отраслей, и до конца использовать преимущества плановой социалистической экономики.

Применение вычислительных машин в системе учета и планирования позволяет сократить численность управленческого аппарата и затраты на содержание органов учета.

Необходимость широкого использования средств вычислительной техники в системе учета и планирования можно подтвердить рядом примеров. Так, для отработки ежемесячных отчетных документов по союзным республикам необходимо выполнить до 13 млн. вычислительных операций; а для обработки результатов переписи населения — до трех миллиардов операций и т. д.

Понятно, что выполнение работ подобного объема вручную в ограниченные сроки практически невозможно

В органах учета и планирования занято огромное количество сотрудников. Так, только одними вопросами материально-технического снабжения в совнархозах, республиканских и союзных органах и на предприятиях нашей страны занято около 1 млн. чел.

В Советском Союзе механизация учетно-плановых работ получила широкий размах и осуществляется строго по плану в масштабе всего государства. Организована сеть машиносчетных станций и фабрик механизиро-

ванного учета. Основными типами машин, используемых до настоящего времени для механизации учетно-плановых работ, являются счетно-клавишные и счетно-перфорационные машины.

Накопленный в нашей промышленности большой практический опыт применения счетно-клавишных и счетно-перфорационных машин показывает, что с их помощью на промышленных предприятиях может быть механизировано до 70% учетно-плановых работ. Наиболее характерными из них являются:

учет заработной платы;

учет наличия и движения материально-технических ценностей;

анализ отчетности предприятий;

расчеты по эффективности капитальных вложений, загрузке оборудования и выявлению внутренних резервов производства и др.

Счетно-перфорационные машины позволяют механизировать также ряд учетно-плановых работ в области торговли, транспорта и финансовой деятельности.

Результаты механизированной обработки учетно-плановой информации с помощью счетно-перфорационных машин в значительной степени облегчают руководство хозяйственной деятельностью. Однако ограниченные возможности этих машин не могут удовлетворить современных требований, предъявляемых к системе механизации учетно-плановых работ. В частности, они не позволяют полностью обеспечить непрерывность механизированной обработки учетно-плановой информации, в результате чего остаются значительными удельный вес ручного труда и продолжительность процесса обработки.

Счетно-перфорационные машины не позволяют внедрить в практику учетно-плановых работ новейшие достижения науки, дающие возможность в результате обработки учетно-плановой информации получить оптимальные рекомендации для руководства хозяйственной деятельностью, обеспечивающие наилучший экономический эффект.

В силу этих и ряда других причин счетно-перфорационные машины не являются таким средством, на базе которого возможно осуществить комплексную механизацию и автоматизацию учетно-плановых работ.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ — ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Возможность усовершенствования методов руководства хозяйственной деятельностью в условиях постоянно увеличивающейся механизации и автоматизации всех отраслей социалистического народного хозяйства тесно связана с широким внедрением средств электронной вычислительной техники.

Электронные вычислительные машины, появление которых привело к подлинной революции в области научной и инженерной деятельности, не менее эффективны и в области экономических расчетов. Работы по определению эффективности применения электронных вычислительных машин для экономических расчетов в промышленности показывают, что, например, на подшипниковом заводе применение электронной вычислительной машины сокращает трудоемкость работ по учету заработной платы и учету материалов на 5 000 *ч*, т. е. примерно в 2 раза по сравнению с применением счетно-перфорационных машин. При этом время выполнения непосредственно вычислительных операций (без учета подготовительных операций перфорации и контроля) сокращается в 120 раз. Все это дает годовую экономию по заводу в 25 000 руб.

Предварительные расчеты показывают также, что применение электронных вычислительных машин позволит уменьшить штат учетно-плановых работников на промышленных предприятиях более чем на 40%. При этом годовая экономия по фонду заработной платы на предприятии с общим числом работающих в 12—14 тыс. чел. только за счет механизации учета составит более 2 млн. руб.

Исследования технико-экономической целесообразности применения специальных электронных вычислительных машин в системе учета и планирования на крупном промышленном предприятии с числом работающих более 10 тыс. чел. приводят к выводу, что затраты, связанные с их внедрением, окупятся в течение одного года.

Сокращение затрат времени и человеческого труда при выполнении учетно-плановых работ является важ-

ным, но не основным преимуществом применения электронных вычислительных машин. Их основное достоинство заключается в том, что они позволяют использовать строго научные методы не только в области учета, но и в области планирования.

В практической постановке задача планирования сводится к обоснованному выбору наилучшего варианта использования некоторой совокупности ресурсов из множества возможных вариантов. Такие задачи постоянно возникают перед органами, руководящими деятельностью как отдельных хозяйственных единиц, так и их комплексов. Искусство хозяйственного руководства состоит в умении быстро и наиболее целесообразно (с точки зрения конечного эффекта) решать подобные задачи. До настоящего времени эти задачи решаются хозяйственными руководителями часто интуитивно, на базе личного опыта, без объективного анализа различных факторов с точки зрения их взаимодействия и влияния на результат.

Однако достижения ряда разделов математики позволяют разработать научные методы решения задач, относящихся к кругу вопросов оптимального планирования, т. е. выбора наилучшего (оптимального) варианта плана использования наличных ресурсов и возможных усилий, обеспечивающего достижение поставленной цели с минимальными затратами или достижения наилучшего результата при данных ресурсах.

Эти методы получили общее название методов исследования операций.

Появление методов исследования операций означает вторжение научной методологии в область интуиции и личного опыта. Значение этого факта для усовершенствования руководства экономической деятельностью не требует доказательств.

Применение методов исследования операций позволяет найти рациональные алгоритмы для решения экономических задач (алгоритмом называют совокупность формальных правил и математических операций, выполняемых в определенном порядке, приводящем к решению поставленной задачи).

Электронные вычислительные машины представляют собой средство, позволяющее практически реализовать сложные алгоритмы решения экономических задач, не

доступные для реализации с помощью других средств вследствие своей трудоемкости и громоздкости.

В Советском Союзе уже достигнуты определенные успехи в области применения новых методов для экономических расчетов. Так, в институте электронных управляющих машин произведен расчет оптимальной схемы поставок угля из 30 угольных бассейнов в 98 совнархозов. В вычислительном центре АН СССР найдены оптимальные планы перевозок некоторых грузов в условиях Москвы, которые экономичнее действующих на 10—30% и обеспечивают экономию около 2 млн. руб. в год.

На вагоностроительном заводе им. Егорова в Ленинграде внедрен оптимальный способ раскроя стальных листов, дающий значительный производственный и экономический эффект.

Преимущества применения электронной вычислительной техники в области учета и планирования наиболее полно реализуются с помощью машин, специально предназначенных для этих целей.

ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ МАШИНЫ

Изучение характера задач, решаемых в процессе управления экономической деятельностью, указывает на две характерные особенности их:

большое количество различной информации, подлежащей обработке;

большое количество логических операций, которые необходимо выполнять в процессе обработки учетно-плановой информации.

По этой причине задачи рассматриваемого типа можно назвать информационно-логическими, а машины, предназначенные для их решения, информационно-логическими электронными цифровыми машинами (ЭЦМ). Именно такое название, отражающее существо процесса обработки учетно-плановой информации, все чаще присваивается машинам этого класса.

К классу информационно-логических ЭЦМ относятся также машины, выполняющие чисто информационные функции, например машины-справочники, машины-каталоги, используемые в крупных библиотеках. Большую роль призваны сыграть специальные виды информацион-

но-логических ЭЦМ для перевода с одного языка на другой и реферирования научно-технической литературы.

Информационно-логические ЭЦМ являются машинами специализированными. Их специализация отражается в системе команд, которые способна выполнять машина, в ее информационных возможностях, заключающихся в способности хранения и оперативного изменения больших объемов информации, в развитой системе вводных, выводных и внешних устройств, обеспечивающих ввод в машину большого количества сведений, вывод результатов и быструю предварительную подготовку информации вне машины.

Информационно-логические ЭЦМ довольно интенсивно разрабатываются за рубежом. В печати приводится ряд примеров их эффективного применения для решения коммерческих задач.

Основные характеристики некоторых электронных цифровых машин, используемых за рубежом для экономических расчетов, приведены в приложении (стр. 70).

В большом числе случаев для коммерческих расчетов используются обычные универсальные машины, конструкции которых в равной степени учитывают возможность решения с их помощью как экономических, так и инженерных задач.

Наиболее распространенной машиной за рубежом для коммерческих и научных расчетов долгое время была машина ИБМ-650 (фирма «Интернейшл Бизнес Машинз», США). Более совершенными машинами этой же американской компании являются машина ИБМ-709 и ее полупроводниковый вариант ИБМ-7090, предназначенные для научных и коммерческих расчетов.

Машина этой компании ИБМ РАМАК-305 (рис. 1) используется для обработки информации в области торговли и решения учетно-плановых задач в промышленности. Широко известна машина БИЗМАК («Радио Корпорейшн оф Америка», США), специально предназначенная для деловых расчетов (рис. 2). На разработку этой машины было затрачено более 25 млн. долларов. Она используется в области управления снабжением. На примере этой информационно-логической ЭЦМ можно достаточно наглядно рассмотреть основные

особенности, параметры и принципы построения информационно-логических ЭЦМ.

На основе опыта внедрения отдельных ЭЦМ для решения на них учетно-плановых задач выявилась тенденция к комплексной автоматизации подобных процессов, которая предусматривает объединение ЭЦМ организационно связанных объектов в единую систему.

Одним из наиболее важных свойств такой системы является четкий, бесперебойный и надежный обмен большим количеством информации между машинами, объ-

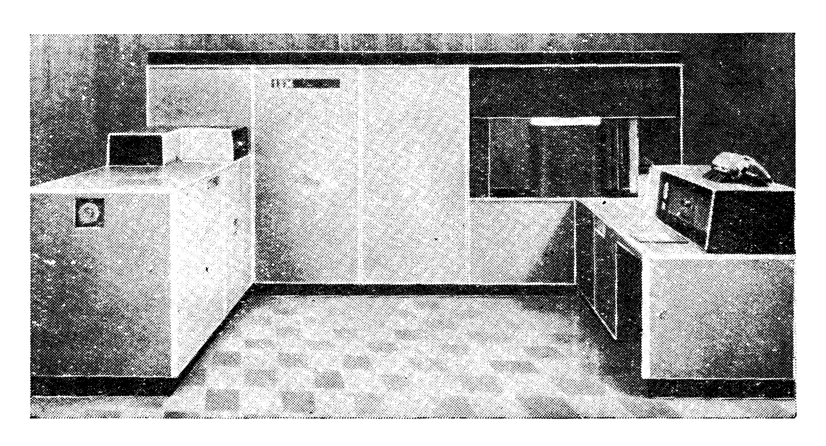


Рис. 1. Электронная цифровая машина для обработки информации ИБМ РАМАК-305.

единяемыми ею. С этой целью используются технические средства связи, обеспечивающие необходимую надежность и пропускную способность, а также курьерская и почтовая связь, обеспечивающая передачу подготовленной для ввода в машину информации в виде перфокарт-документов, магнитных лент и т. п.

Комплексная автоматизация процессов, связанных с обработкой и взаимным обменом учетно-плановой информацией, способна дать наибольший эффект от применения электронной вычислительной техники.

Зарубежный опыт по созданию указанных систем показывает, что этот процесс идет по пути объединения учреждений отдельных фирм, банков и других организаций, охватывающих определенную сферу деятельности

(финансовую, снабжения, организации производства и т. п.). Функции такой системы постепенно расширяются. При этом на первом этапе процесс решения задач по обработке информации и система взаимного обмена информацией в основном базируются на существующую до автоматизации организационную структуру, систему до-

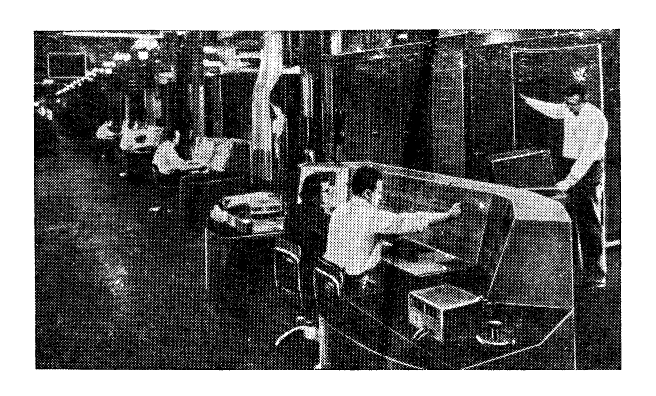


Рис. 2. Электронная цифровая машина БИЗМАК.
На переднем плане показана вычислительная часть машины с пультом управления. В глубине расположены три устройства сортировки со своими пультами управления.

кументообмена, основных правил и градиций, сложившихся в каждой конкретной области.

В дальнейшем на основе накопленного опыта, внедрения новых технических средств и разработки точных математических методов проводится дальнейшее усовершенствование системы, затрагивающее принципы и методы организации процесса управления хозяйственной деятельностью.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ УЧЕТНО-ПЛАНОВЫХ ЗАДАЧ

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Рассмотрим то общее, что встречается в составе информации при решении информационно-логических задач. Прежде всего следует отметить, что при решении многих задач имеется большое количество исходной информации и результатов ее обработки при относительно небольшом количестве выполняемых операций. Примером этому может служить обработка чеков, счетов, нарядов и других документов.

В состав обрабатываемой информации могут входить как буквы алфавита, так и цифры. Примером машин, обрабатывающих буквенно-цифровую информацию, могут служить такие машины, как АЛЬВАК III Е, АЛЬВАК-800, ДЕЙТАМАТИК-1000, ТРАНЗАК-С2000, ЭЛЛИОТ-405, ИБМ-7070 и др. Следуя установившейся терминологии, будем называть группу цифровых, буквенных или смешанных буквенно-цифровых символов, имеющую законченное смысловое значение, словом; группу слов, объединенных общим смысловым значением, принято называть сообщением. Например, в какой-либо карточке, сводке, таблице отдельную графоклетку можно считать словом, а строку — сообщением.

Информация, входящая в состав различных документов, состоит обычно из слов переменной длины. Длина слов (количество знаков в слове) может изменяться. Так, например, в слове, характеризующем данные о количестве имущества, это количество может изменяться в зависимости от поступления или расхода этого имуще-

ства. Максимальная длина слова, подлежащего обработке, определяет разрядность машины, т. е. количество разрядов, необходимое для записи этого слова в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ), где это слово запоминается.

Обычно для записи максимально возможного по длине слова отводится одна или несколько ячеек ОЗУ. Исключением является ОЗУ машины БИЗМАК, где каждый знак слова записывается в свою ячейку, рассчитанную на запись только одной буквы или цифры. Длина слов в этом случае может меняться в широких пределах, а обработка его ведется последовательно буква за буквой.

Различные формы используемых документов при учетно-плановых расчетах обусловливают наличие различных видов сообщений, отличающихся друг от друга своей структурой. Наличие различных видов сообщений и переменная длина слов в составе этих сообщений обусловливают переменность длины сообщений. Так, в машине БИЗМАК длина сообщений колеблется в пределах 300—1 500 знаков.

Смысловое содержание каждого слова, входящего в состав сообщения, определяется видом сообщения, позицией (местом) данного слова, занимаемым в сообщении, и значением слова.

При обработке слов и сообщений переменной длины возникает необходимость в разделении отдельных слов. В машине БИЗМАК и ряде других машин эта задача решается путем применения специальных символов-признаков начала сообщения, конца сообщения и разделительных признаков слов. Отсутствие или равенство нулю какого-либо слова в данном сообщении фиксируется соответствующим ему разделительным признаком, что позволяет сохранить общую структуру для всех сообщений данного вида. Таким образом, при обработке данного вида сообщений место любого слова определяется путем подсчета определенного количества разделительных признаков.

Применение переменной длины слов позволяет существенно экономить емкость запоминающих устройств, где хранятся сообщения.

Все слова принято условно подразделять на числа и признаки. Числа определяют значение величин, харак-

теризующих, например, стоимость или количество объектов учета. При обработке информации над числами производятся в основном арифметические операции.

В качестве примера признаков можно привести условное обозначение предмета или другого объекта учета, место хранения этого предмета, единицу измерения и т. д. Над признаками производятся логические операции, в основном операции сравнения, позволяющие с помощью машины произвести выборку необходимой информации или ее сортировку.

Признак может относиться к одному или нескольким числам. В свою очередь число может сопровождаться несколькими признаками.

Почти вся учетно-плановая информация может быть представлена в целых числах. Целочисленность признаков ясна из характера этой информации. Числа всегда можно свести к целочисленному виду, предпослав этому числу такой признак единицы измерения, при котором число принимает целое значение. Так, например, в финансовом документе дробное число, выраженное в рублях, можно привести к его целому выражению в копейках. Примером машины, работающей с целочисленной информацией, является БИЗМАК. В этой машине числа, участвующие в арифметических операциях, рассматриваются как целые.

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Всю информацию, поступающую на вход информационно-логической ЭЦМ, машина преобразует в выходную информацию, являющуюся результатом обработки. Процесс обработки информации реализуется с помощью программы. Общую схему процесса обработки можно проследить на примере системы материально-технического снабжения, использующей машину БИЗМАК.

В машине накапливается учетная информация о наличии и движении материально-технических средств. В соответствии с изменением в учетных данных производится непрерывное их обновление.

На основе обновляемого учета производится планирование материально-технического снабжения, формирование распоряжений, выписка нарядов и других документов. Схема, отображающая этот процесс, представлена на рис. 3.

Одной из особенностей обработки информации следует считать наличие большого числа логических операций. Количество логических операций в отдельных задачах может достигать 70—80% и более от общего их числа. Обычно в такого типа задачах под логическими операциями понимаются операции, которые обеспечивают выполнение сортировки информации. Элементы такой сортировки присутствуют во многих программах.

Различают две разновидности операций сортировки, называемые подбором и упорядочением. Под операцией подбора понимают процесс выборки из массива хра-

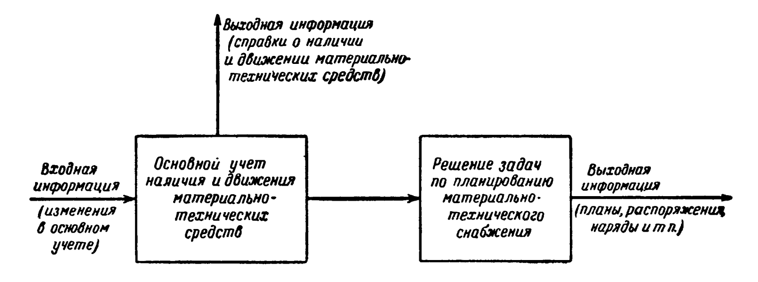


Рис. 3. Укрупненная схема обработки информации в системе материально-технического снабжения с помощью машины БИЗМАК.

нимой в памяти машины информации с последующей группировкой ее по одинаковым признакам или комбинациям признаков.

Под операцией упорядочения понимается выборка информации с последующим расположением ее в порядке возрастания или убывания абсолютного значения признака или комбинации признаков. В общем случае закон изменения признака при упорядочении информации может быть более сложным.

Все подобные операции являются вместе с тем групповыми операциями в том смысле, что одна и та же операция последовательно и многократно проводится над некоторой группой сообщений. При этом операция сортировки реализуется на машине путем многократного применения операции сравнения.

Анализ программ обработки информации показывает, что операция сравнения в них является преобладающей (рис. 4). Исходя из этого, в большинстве машин рас-

сматриваемого класса операция сравнения является наиболее быстродействующей. Так, к примеру, в американской машине ТРАНЗАК С-2000 время, затрачиваемое на выполнение операции сравнения в режиме работы с фиксированной запятой, равно 12 *мксек*, сложения — 18 *мксек*, умножения — 65 *мксек*.

Кроме групповых операций сравнения, при решении информационно-логических задач имеет место большое количество групповых передач информации из одного места ее хранения в другое. Эти групповые передачи информации сопровождают процесс самой сортировки, а также имеют место при вводе в машину данных и выводе результатов.

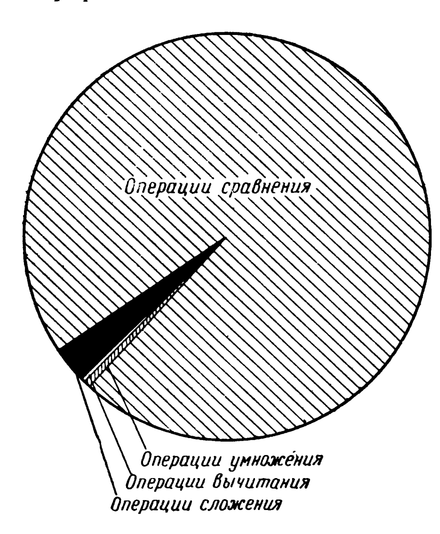


Рис. 4. Диаграмма распределения объема логических и арифметических операций, выполняемых при учете материалов на одном из предприятий. Общее количество исходной информации — 1 000 000 чисел Количество выходной информации — 400 000 чисел. Количество операций, выполненных при обработке информации: 40 000 000 сравнений; 1 000 000 сложений; 20 000 вычитаний; 80 000 умножений.

Помимо операций сравнения и арифметических операций, используются операции переадресации, позволяющие обеспечить переход от обработки одной информации к обработке другой. Используются также операции условных и безусловных переходов, позволяющие перейти к выполнению следующей операции в зависимости или вне зависимости от ранее полученного результата.

В универсальных ЭЦМ обычно применяется так называемая номерная адресная система, смысл которой состоит в том, что числа из запоминающего устройства выбираются по указанному в команде номеру ячейки памяти (действительному адресу), где хранится число, подлежащее обработке по программе. В информацион-

но-логических ЭЦМ в отличие от универсальных ЭЦМ вследствие переменности длин слов, сообщений и различия обрабатываемых видов сообщений, зависящих от конкретных условий задачи, не всегда имеется возможность заблаговременного присвоения в командах программы таких действительных адресов. Поэтому, помимо номерной адресной системы в ряде случаев применяется так называемая словарная адресная система. Сущность словарной адресной системы заключается в том, что искомая информация отыскивается в запоминающем устройстве не по номеру ячейки, где она хранится, а по признаку или комбинации (ассоциации) признаков, входящих в состав сообщения. Так, например, при решении задачи, связанной с изменением каких-либо учетных данных, мы не знаем заранее (до поступления информации об изменениях в конкретных объектах учета), по каким объектам учета необходимо вносить изменения.

Программа обработки информации обычно составляется заблаговременно и хранится в соответствующем запоминающем устройстве машины. В этих программах признаки (адреса), по которым впоследствии должна отыскиваться обрабатываемая информация, отсутствуют. Поэтому в подобных случаях адреса информации, подлежащей обработке, формируются и используются в программе лишь в процессе решения конкретной задачи. Примером машин, где используется подобная система адресования и программирования, являются машины МБМ-7070 и НКР-304.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЭЦМ

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Одной из основных характеристик универсальной ЭЦМ является ее быстродействие. Быстродействие определяет, какое в среднем количество операций может быть выполнено арифметическим устройством (АУ) машины в 1 *сек*. Такая величина характеризует машину лишь при малых объемах перерабатываемой информации, когда она полностью вмещается в ОЗУ или когда

в процессе счета производится относительно малое число обращений к медленнодействующему внешнему накопителю (ВН).

В информационно-логической ЭЦМ при обработке большого количества исходной информации, хранимой во внешнем накопителе, как правило, производится многократное обращение к нему.

От типа применяемого в машине ВН во многом зависит структура информационно-логической ЭЦМ. Наиболее часто в существующих машинах используется ВН на магнитных лентах (БИЗМАК, ДЕЙТАМАТИК-1000, ДЕЙТАТРОН-220, ИБМ-705, ИБМ-709, РКА-501 и др.).

Количество блоков магнитных лент, входящих в состав ВН, может доходить до 100 и более. Среднее время обращения к такому ВН может составлять несколько минут и определяется геометрическими размерами ленты, скоростью ее движения и плотностью записи. Время же, затрачиваемое на последующую обработку информации в быстродействующей части машины (АУ, ОЗУ), измеряется секундами или долями секунды.

Из этого следует, что быстродействие АУ не может полностью характеризовать работу машины. Поэтому используется дополнительная характеристика — средняя производительность, которая учитывает значительную потерю времени на обращение к ВН.

Под средней производительностью понимается количество операций, выполняемых машиной в единицу времени с учетом времени обращения к ВН.

Из приведенного определения производительности ясно, что она всегда меньше быстродействия. Поэтому в большинстве специальных информационно-логических ЭЦМ быстродействие АУ невелико по сравнению с быстродействием универсальных ЭЦМ. Обычно оно исчисляется тысячами операций в секунду. Такое быстродействие можно считать оптимальным для ЭЦМ, имеющим в своем составе медленнодействующий ВН.

Дальнейшее повышение быстродействия АУ нецелесообразно, так как оно не сможет повлиять на увеличение производительности.

В основу разработки информационно-логических машин заложен принцип повышения производительности. Так, в машине БИЗМАК увеличение производительности достигается за счет специальной структуры

машины, учитывающей особенности ее применения, с помощью технических средств и специальной организации вычислительного процесса.

Для определения степени эффективности таких мероприятий по аналогии с обычными (не электронными) машинами удобно использовать такую характеристику, как к. п. д. арифметического устройства (к. п. д. АУ).

Коэффициент полезного действия АУ может быть определен как отношение средней производительности машины к быстродействию В идеальном случае при отсутствии потерь времени на обращение к ВН он равен единице. Если же потери времени на обращение к ВН велики, то к. п. д. мал и, следовательно, ЭЦМ малоэффективна.

Таким образом, мероприятия, связанные с повышением производительности, сводятся к увеличению к. п. д. АУ.

СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ

Другой важной характеристикой является система счисления, в которой выполняются операции в информационно-логической ЭЦМ.

Как уже указывалось, при решении инженерных задач на универсальных ЭЦМ количество исходных данных и результатов решения задачи невелико. Это во многом обусловливает удобство применения двоичной системы счисления. При этом вводимая числовая информация, представленная первоначально в двоично-десятичной системе счисления, преобразуется затем внутри ЭЦМ по специальной подпрограмме в двоичные числа.

Преобразование информации по подпрограмме в форму двоичных чисел в информационно-логической ЭЦМ нежелательно, так как вследствие большого объема исходных данных приведет к нерациональной потере времени.

При выводе информации в этом случае также потребовалось бы затрачивать полезное машинное время на обратное преобразование информации из двоичной системы счисления в двоично-десятичную, в результате чего производительность машины снизилась бы.

Именно поэтому в большинстве существующих машин этого класса применяется двоично-десятичная система счисления, перевод в которую из десятичной си-

стемы счисления и обратно не требует затраты машинного времени. Двоично-десятичная система счисления применена в машинах ИБМ-705, ИБМ-7070, РКА-501, ДЕЙТАМАТИК-1000, ДЕЙТАТРОН-220 и др.

АДРЕСНОСТЬ

Известно, что команда, выполняемая машиной, состоит из кода операции и одного или нескольких адресов. Код операции указывает, какую операцию из набора операций, выполняемых машиной, необходимо произвести по данной команде. Адреса указывают места хранения информации в запоминающих устройствах машины. Такими запоминающими устройствами может быть как ОЗУ, так и ВН. По количеству представляемых в команде адресов различаются команды одноадресные и многоадресные.

Чаще всего встречаются ЭЦМ одноадресные и трехадресные. В случае трехадресной команды первые два адреса указывают места хранения данных, над которыми производится операция, указанная кодом операции. Третий адрес указывает ячейку запоминающего устройства, куда должен быть направлен результат вычисления.

Операция, представленная в трехадресной системе команд в виде одной команды, в одноадресной системе команд реализуется последовательностью нескольких команд. В большинстве существующих ЭЦМ, решающих информационно-логические задачи, применяется одноадресная система команд (ИБМ-704, ИБМ-705, ИБМ-7070, ИБМ-709, ТРАНЗАК-С2000, ДЕЙТАТРОН-220 и др.).

Применение одноадресной системы команд в этих машинах объясняется следующими причинами:

В техническом отношении одноадресная система команд является более экономичной, т. е. для ее представления в машине требуется меньшее количество разрядов, а следовательно, и оборудования. В то же время один адрес в команде может иметь значительно бо́льшее количество разрядов, чем один адрес в трехадресной машине при одной и той же общей разрядности команды.

Наличие в одноадресной команде адреса с большим количеством разрядов дает возможность адресоваться

к большему числу мест хранения (ячеек ОЗУ, зон ВН) информации. Это особенно важно в информационно-логических ЭЦМ, где объем запоминающих устройств велик. Кроме того, в случае использования словарной адресной системы разрядность адреса команды в ряде случаев должна обеспечивать возможность помещения на месте адреса целого слова — признака.

При выполнении одноадресной машиной отдельной, например арифметической, операции происходит обычно пять обращений в ОЗУ (выборка первой команды, выборка первого числа, участвующего в операции, выборка второй команды, выборка второго числа и возвращение результата).

В трехадресной машине для выполнения подобной операции потребовалось бы на одно обращение меньше (выборки команды, выборка первого числа, выборка второго числа, возвращение результата). Сокращение числа обращений к ОЗУ в трехадресных машинах повышает быстродействие и надежность. Однако следует иметь в виду, что при обработке учетно-плановой информации имеет место большое количество так называемых последовательно-циклических групповых вычислений. Примером таких вычислений может быть случай, когда одна и та же операция (например, сравнение) выполняется над последовательностью слов, хранящихся в ОЗУ в порядке номеров ячеек либо в ячейках с фиксированным интервалом, причем результат предыдущей операции без отсылки в ОЗУ используется в последующей операции. Другим примером групповых вычислений может служить последовательное суммирование чисел (накопление суммы) без отсылки в ОЗУ промежуточных результатов.

В этих случаях на выполнение одной одноадресной команды приходится в среднем лишь одно обращение к ОЗУ, т. е. значительно меньше, чем в трехадресной машине.

Другим, не менее важным, фактором, определившим использование в большинстве информационно-логических ЭЦМ одноадресной системы команд, является преобладание в них операций сравнения при обработке информации. При выполнении этой операции важно установить факт сравнения. Численный результат, требующий его отсылки в ОЗУ, отсутствует. При сравнении вырабаты-

вается соответствующий сигнал, управляющий последующим ходом выполнения основной программы. Таким образом, при выполнении наиболее массовой операции сравнения в составе команды также достаточно одного адреса.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Обычно в ЭЦМ используется форма представления чисел с фиксированной или с плавающей запятой. Напомним, что при представлении чисел с фиксированной запятой положение запятой в разрядной сетке машины остается строго определенным. При представлении чисел с плавающей запятой числа в машине представляются в виде мантиссы и показателя степени

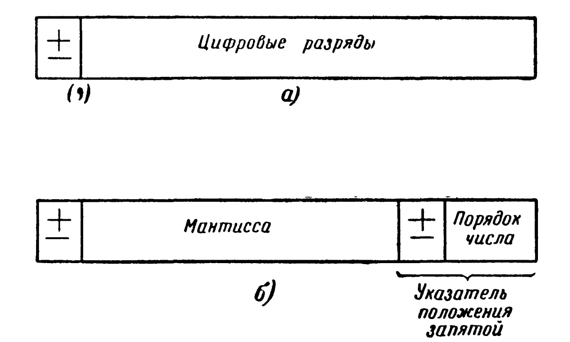


Рис. 5. Схема ячеек памяти машины с фиксированной и плавающей запятой.

а — ячейка памяти машины с запятой, фиксированной после знакового разряда; *б* — ячейка памяти машины с плавающей запятой.

(порядка) числа. Схемы ячеек памяти машины с фиксированной и плавающей запятой представлены на рис. 5.

Во многих ЭЦМ используется представление информации с фиксированной запятой. Такое представление информации более выгодно в техническом отношении. Кроме того, при представлении чисел с фиксированной запятой увеличивается скорость выполнения операций сложения и вычитания.

В связи с тем, что учетно-плановая информация по природе своей является целочисленной, запятая в некоторых машинах фиксируется в конце слова.

Программирование задач для машин с фиксированной запятой сложнее, чем для машин с плавающей запятой, так как при составлении программы необходимо следить за возможными пределами изменения чисел. С целью избежания переполнения разрядной сетки машины при программировании используются масштабные коэффициенты. Однако, применяя так называемый способ автоматического (по программе) изменения масштабов чисел, можно выполнять вычисления с плавающей запятой.

Все указанные трудности, связанные с программированием учетно-плановых задач, успешно преодолеваются, так как для реализации процессов обработки информации могут быть заранее составлены типовые программы, которые затем многократно используются.

Итак, в качестве некоторых основных характеристик информационно-логической ЭЦМ можно отметить следующие:

помимо быстродействия для характеристики эффективности работы машины используется производительность;

в большинстве существующих информационно-логических ЭЦМ применяется двоично-десятичная система счисления;

в информационно-логических ЭЦМ используется преимущественно одноадресная система команд;

информация в большинстве машин представляется с фиксированной запятой.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И УСТРОЙСТВ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЦМ

СОВМЕЩЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ В МАШИНЕ

Как уже указывалось, в большинстве информационно-логических ЭЦМ в качестве внешних накопителей используются магнитные ленты. В целях повышения производительности обычно применяют две группы специальных мероприятий. К первой группе относятся так называемые технические мероприятия, связанные с повышением быстродействия элементов машины.

Применительно к магнитным лентам такие мероприятия сводятся к увеличению скорости протяжки ленты, увеличению плотности записи, увеличению ширины ленты и применению специальных ленточных устройств, обеспечивающих быстрое нахождение искомой информации.

Ко второй группе относятся так называемые структурные мероприятия по повышению производительности, которые косвенным образом увеличивают производительность отдельных устройств и машины в целом. Обычно это достигается применением в машине такой структуры и функциональной связи устройств, которые позволяют обеспечить одновременную и независимую их работу. В ЭЦМ, в частности, находит широкое применение совмещение различного рода операций по поиску, обработке и передаче информации.

Так, например, в машине ХОНЕВЕЛЛ-800 (США) может выполняться одновременно несколько (до восьми) независимых программ с использованием необходимых внешних устройств для каждой из них. Выполнение программ автоматически согласуется таким образом, чтобы исключить простои оборудования. В машине при выполнении программ допускается использование до восьми комплектов устройств ввода-вывода.

В качестве другого примера можно привести ИБМ-7070. В ней осуществлена возможность решения одновременно двух задач по обработке информации. Обычно в качестве таких задач выбирают такие, из которых одна требует большого объема вычислений, а вторая — малого объема вычислений, но связана с частыми обращениями к ВН.

Сокращение информационных поисков на магнитных лентах ВН достигается в большинстве машин путем обеспечения одновременного поиска информации на многих магнитных лентах.

Совмещение работы АУ по программе обработки информации с информационными поисками в ВН в ряде машин осуществляется применением специальной команды подвода искомой зоны. По этой команде, стоящей в определенном месте программы, начинается поиск зоны с последующим подводом ее под магнитные головки. В процессе этого подвода и независимо от него происходит выполнение последующих операций основной про-

граммы. Такая команда предварительной постановки ленты ВН в позицию начала считывания предусмотрена, например, в машине ПЕРСЕЙ (Англия).

В ряде машин с успехом применяется способ совмещения операций, выполняемых по основной программе, со считыванием из ВН в ОЗУ информации подведенной зоны или записью передаваемой из ОЗУ информации на магнитную ленту. Этот способ, в частности, может быть основан на том, что время считывания слов с магнитной ленты намного превышает время записи его в ОЗУ. Схема, реализующая такое совмещение операций, представлена на рис. 6.

Так, например, слово, состоящее из 10 букв, может быть считано с магнитной ленты при определенных ее характеристиках за время, равное 500 *мксек*. В то же время запись этого слова в ОЗУ может быть осуществлена в несколько микросекунд. За время, равное разности времен считывания из ВН и записи в ОЗУ информации, может быть выполнено несколько десятков элементарных операций по основной программе. С этой целью между ВН и ОЗУ используются специальный буферный регистр, на котором происходит запоминание считываемых с магнитной ленты букв.

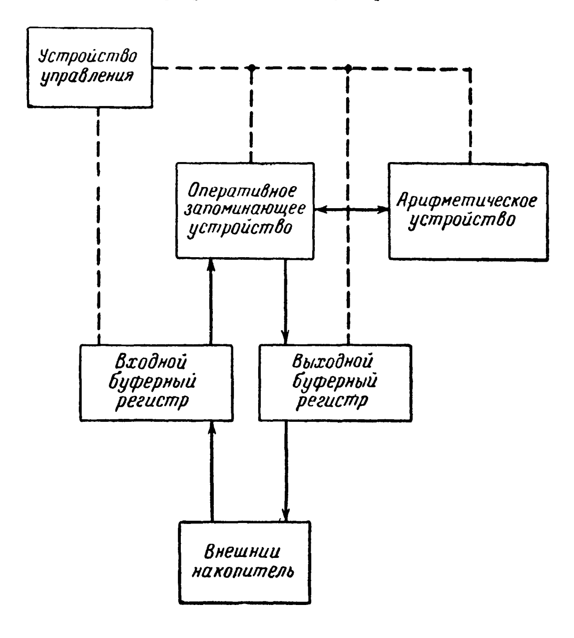
Во время формирования считываемого полноразрядного слова на буферном регистре, АУ совместно с ОЗУ выполняют основную программу. Прерывание основной программы производится только на интервалы времени, необходимые для переписи информации из буферного регистра в ОЗУ. Аналогичным же образом используется соответствующий буферный регистр при обратной передаче информации.

Рассмотренный вариант совмещения операций применен в машине БИЗМАК.

В отдельных машинах совмещение операций по выполнению основной программы и обмену информацией между ОЗУ и ВН достигается путем применения нескольких автономных ОЗУ. В этом случае одно ОЗУ используется для выполнения основной программы, а второе — для обмена информацией с ВН. Имеется целый ряд примеров такого совмещения операций. Так, в частности, в английской машине ПЕРСЕЙ обмен информацией между ВН и ОЗУ совмещается с операциями по основной программе. То же са-

мое имеет место в машине ИБМ-7070 и ряде других машин.

Для обеспечения высокой производительности совмещается ввод информации с устройств ввода в ВН,



Формирование слова на входном буферном регистре	Запись слова в ОЗУ	Формирование слова на входном буферном регистре	Запись слова в ОЗУ	
Выполнение операций по основной программе		Выполнение операций по основной программе		Время

Рис. 6. Схема совмещения операций обмена информацией между ОЗУ и ВН с выполнением операций по основной программе.

вывод информации на выводные устройства из ВН и выполнение основной программы.

С этой целью в отличие от универсальных ЭЦМ ввод и вывод информации производятся без использования АУ и часто одновременно по многим каналам.

В качестве примеров ЭЦМ, в которых осуществлено совмещение операций ввода-вывода с выполнением основной программы, можно назвать машины БИЗМАК, ИБМ-705, ИБМ-7070, ИБМ-709, ХОНЕВЕЛЛ-800, НКР-304, ДЕЙТАМАТИК-1000 и др.

В машине БИЗМАК, например, одновременно может работать до 15 лент ВН. В машине БИЗМАК I из этих 15 каналов используются пять для ввода и 10 для вывода информации. В усовершенствованном образ-

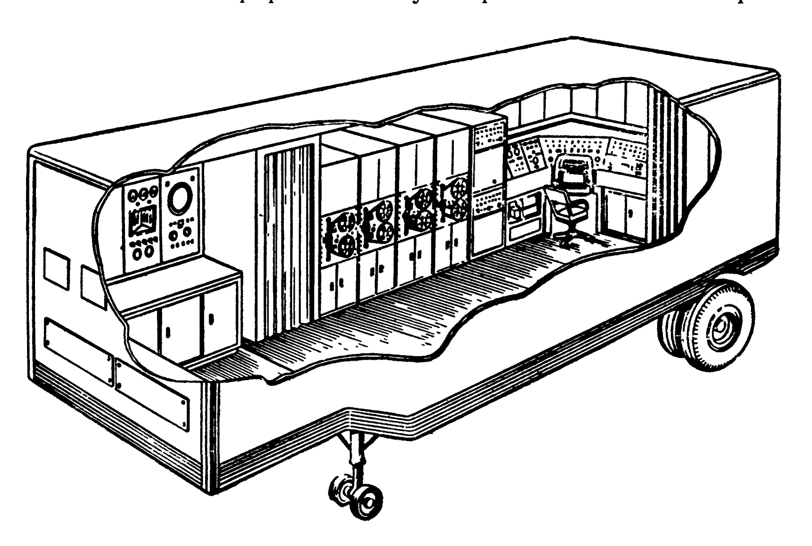


Рис. 7. Электронная цифровая машина МОБИДИК.

це БИЗМАК II все 15 каналов могут быть использованы как для ввода, так и для вывода информации.

В машине ПАЙЛЭТ («Национальное бюро стандартов»), предназначенной для коммерческих расчетов, используется до 16 одновременно работающих каналов. Ввод и вывод данных в ней производится также во время выполнения вычислений по основной программе.

Возможность выполнения вычислений одновременно с вводом и выводом осуществляется также в машине МОБИДИК («Сильвания электрик Продактс Инкорпорейтид»). Характерным для этой машины является то, что она построена на полупроводниках и является транспортабельной (рис. 7).

Примером эффективности таких методов повышения производительности может служить использование машины ИБМ-705 в системе управления снабжением (США). Совместив выдачу ответа по решенной задаче с одновременным приемом из ВН исходных данных для следующей задачи, удалось удвоить производительность по сравнению с ранее использовавшейся для этой цели машиной ИБМ-702.

Для повышения производительности машин при обработке информации отдельные ЭЦМ могут объединяться в систему совместно-действующих машин. Такой способ соединения нескольких машин в единую цепь дает возможность получить увеличение производительности путем разделения всего процесса обработки информации на отдельные участки, над которыми работают различные машины. При этом каждую из совместно работающих машин такой системы можно узко специализировать для выполнения задач определенного класса. Совместно-действующие машины при обработке информации обмениваются не только исходными данными и результатами вычислений, но и программами. При обмене программами между машинами, использующими различные системы команд, производится перекодировка команд из одной системы в другую.

В качестве примера такой системы совместно-действующих машин можно привести упоминавшуюся выше американскую систему ПАЙЛЭТ. Система ПАЙЛЭТ включает три машины, обрабатывающие независимо запрограммированные участки одной и той же задачи. При этом каждая машина обрабатывает тот участок задачи, для которого она лучше приспособлена. Соединение этих машин между собой обеспечивает взаимноскоординированный обмен информацией и командами в процессе решения общей задачи обработки данных.

На рис. 8 приведена блок-схема системы совместно-действующих машин ПАЙЛЭТ. Функции между тремя машинами распределяются следующим образом:

Основная машина является быстродействующей универсальной вычислительной машиной общего назначения. Она выполняет арифметические и логические операции при обработке информации. Вторая машина контролирует ход выполнения участков программы и выполняет модификацию программ для основной машины.

Третья машина предназначена для выполнения информационных поисков и выборки информации из накопителей. Она же осуществляет подключение необходимых устройств ввода-вывода информации и выполняет преобразование информации к виду, удобному для использования в основной машине.

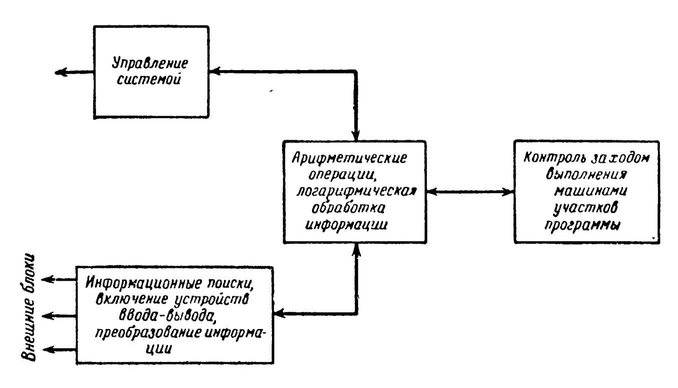


Рис. 8. Схема организации системы совместно действующих машин ПАЙЛЭТ.

Функции управления системой состоят в организации передач информации между машинами без замедления обработки данных по программе. Управление автоматически ликвидирует возможные задержки, которые могут возникать при передаче данных между машинами системы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЭЦМ

Для повышения производительности в состав отдельных ЭЦМ вводятся дополнительные устройства, необходимость которых обусловлена спецификой задач. Так, для оперативной выборки отдельных сообщений из ВН, когда для этого не требуется дополнительного выполнения арифметических операций, используются так называемые устройства запроса.

Устройство запроса работает независимо от основных устройств машины и позволяет по заданной комбинации признаков выбирать информацию с магнитных лент ВН,

которые не опрашиваются в данный момент по основной программе. Такой запрос осуществляется одновременно с выполнением основной программы.

Устройство запроса имеется, в частности, в машине БИЗМАК. Это устройство за 8 *ч* работы выполняет несколько сотен информационных поисков. Время, затрачиваемое на выдачу справки по одному запросу, составляет менее 4 *мин*. Данные по запросу вводятся с пульта запроса. Результат выдается на печать в виде текста.

Аналогичный по характеру запрос, совмещенный с выполнением основной программы, может быть осуществлен также на машине ИБМ РАМАК 305, а также на машине ИБМ-7070 (до 10 запрашивающих устройств).

Для того чтобы исключить непроизводительные и неупорядоченные информационные поиски, а также для упорядочения всего процесса обработки информации в ряде машин применяется предварительная сортировка информации для повышения производительности машины при решении данной задачи.

В зависимости от времени, затрачиваемого на такую операцию, предварительная сортировка информации может выполняться с использованием основной программы машины на ее основных устройствах, на внешних устройствах до ввода информации в машину или с помощью специальных автономно работающих устройств сортировки.

В машине БИЗМАК для этой цели используется специализированная ЭЦМ сортировки, которая имеет свою систему команд (13 команд). К этому устройству одновременно может быть подключено до восьми магнитных лент. Сортировка информации осуществляется одновременно с вычислениями по основной программе. В течение 1,5 *ч* устройство может произвести сортировку 16 000 сообщений, состоящих из 100 знаков, по различным признакам. В основном комплекте машины БИЗМАК, обслуживающей материально-техническое снабжение, применяется три таких устройства (рис. 2).

Кампанией «Берроуз Корпорейшн» (США) разработана специальная машина для сортировки информации. Машина используется для сортировки банковских чеков и других документов со скоростью более 1 500 шт. в минуту. Информация на документах наносится с помощью

магнитных чернил. Машины предполагается также использовать в комплексе с информационно-логическими ЭЦМ.

В ряде случаев информация в ЭЦМ вводится дистанционно от удаленных источников информации с использованием каналов связи. Отдельные результаты решения задач по обработке информации должны передаваться также с использованием каналов связи. Примером такого обмена информацией может служить связь банка с его филиалами и конторами. В случае, когда объем дистанционно вводимой и выводимой информации велик, в комплект машины вводится специальная аппаратура автоматического согласования работы машины с телефонными или телеграфными каналами связи. Рядом фирм такая аппаратура разрабатывается и используется в комплексе с ЭЦМ. Примером может служить английская машина ЭМИДЕК-1000, специально приспособленная для сопряжения с линиями связи.

В случаях, когда объем подготавливаемой к вводу в машину информации очень велик, в состав комплекта ЭЦМ вводится необходимое количество внешних, не связанных с машиной, устройств. Эти устройства позволяют подготавливать информацию к виду, удобному для последующего ее ввода в машину.

На примере целого ряда зарубежных ЭЦМ все устройства машины можно подразделить на две следующие части:

быстродействующая вычислительно-логическая часть (устройство управления АУ, ОЗУ);

информационно-логическая часть (ВН, устройство запроса, устройства ввода и вывода информации).

Такое деление, в частности, можно проследить на примерах машин для обработки коммерческой информации ПАЙЛЭТ и БИЗМАК.

Быстродействующая вычислительно-логическая часть предназначена для выполнения логических и арифметических операций по основной программе.

Информационно-логическая часть служит для накопления больших объемов обрабатываемой информации и обеспечивает повышение производительности путем применения рациональной системы информационных поисков и совмещения операций.

Для согласования работы этих двух основных частей машины в ряде машин вводятся специальные устройства коммутации. Устройство коммутации с помощью оператора или автоматически обеспечивает многоканальную коммутацию входов и выходов машины, а также опрашиваемых по основной программе блоков магнитных лент ВН. Эта коммутация преследует цель обеспечения максимальной производительности машины.

Устройство коммутации предусмотрено, в частности, в комплекте устройств машины БИЗМАК. Это устройство за сутки работы производит до 1 000 коммутаций. Аналогичное устройство, управляющее обменом информацией между ОЗУ и ВН, имеется в машине ЭМИДЕК-2400 (Англия).

В другой упоминавшейся уже машине ПАЙЛЭТ для использования одних и тех же схем и устройств в различных целях, имеется развитая система коммутации и блокировок с заложенной в них логикой предпочтительности в установлении одних связей перед другими. Целью такой схемы является обеспечение наивысшей производительности машины.

Логика предпочтительности в коммутации входов и выходов машины осуществляется также в машине ТХ-2 (США).

В машине ЕР-56 (ФРГ) подобное устройство названо координирующим. В машине обеспечивается возможность подключения любого числа магнитных лент. Координирующее устройство управляет передачей информации между отдельными частями машины, обеспечивая одновременное выполнение операций.

БЛОК-СХЕМА ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЦМ

На рис. 9 приведена упрощенная блок-схема машины БИЗМАК, отвечающая большинству из перечисленных выше особенностей информационно-логических ЭЦМ. Из схемы видно, что ввод информации осуществляется непосредственно в ВН. Вывод информации осуществляется, как правило, из ВН на устройства вывода. Вычислительно-логическая часть машины обменивается информацией при выполнении основной программы с ВН, обеспечивающим наиболее быструю передачу информации в ОЗУ и обратно. Обмен информацией вычислительно-логической части непосредственно с устройствами

ввода-вывода во много раз снизил бы производительность машины.

В машине БИЗМАК программы хранятся на специальных блоках магнитных лент в виде библиотеки программ. На отдельном блоке магнитной ленты может быть записано до 2 500 программ. В ОЗУ программа

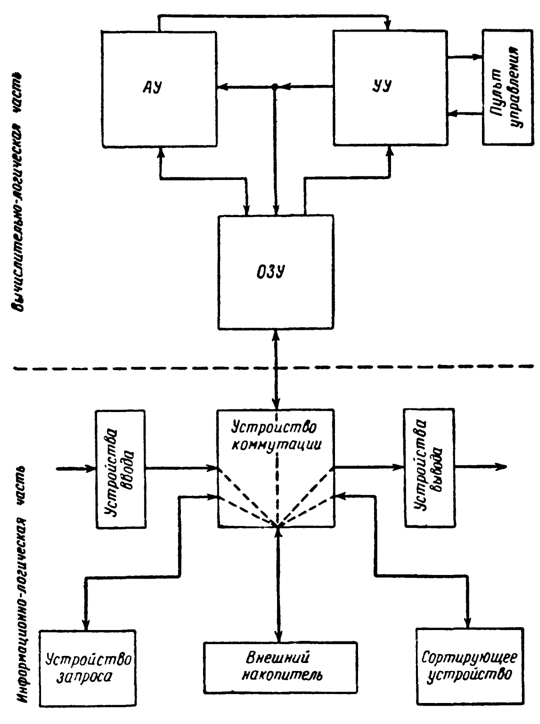


Рис. 9. Упрощенная блок-схема машины БИЗМАК.

передается с магнитной ленты группами по 64 команды. Это позволяет рациональным образом использовать ограниченную емкость ОЗУ.

В отличие от большинства универсальных ЭЦМ, где информация из ВН в ОЗУ передается зонами, в целях повышения производительности в ряде информационно-логических ЭЦМ имеется возможность передачи в ОЗУ отдельных сообщений и слов. Это также позволяет

более экономно использовать емкость ОЗУ. Так, в машине БИЗМАК обеспечивается возможность записи или считывания отдельными сообщениями.

В ряде машин для хранения постоянной информации, которая не подлежит оперативному изменению, используются быстродействующие долговременные оперативные запоминающие устройства (ДЗУ) с односторонней выборкой информации.

БЛОЧНОЕ ПОСТРОЕНИЕ МАШИНЫ

Существующие информационно-логические ЭЦМ в своем составе обычно имеют весьма большое количество электронного и электромеханического оборудования. Так, в комплекте машины БИЗМАК насчитывается до 200 отдельных наименований устройств. Не всегда требуется использовать это громоздкое и дорогостоящее оборудование. Учитывая это обстоятельство, при конструировании информационно-логических ЭЦМ часто исходят из возможности изменения состава комплекта оборудования машины в зависимости от характера решаемых задач.

На основе такого количественного изменения в составе оборудования можно произвольно изменять в некоторых допустимых пределах не только структуру и комплектацию машины, но и ее основные технические характеристики (производительность, емкости основных запоминающих устройств и т. п.).

Такой принцип построения ЭЦМ, называемый блочным принципом, обычно учитывается заранее при разработке общей логики машины и логики работы ее устройств.

Примером машины, разработанной по блочному принципу, может служить машина ПАЙЛЭТ, обладающая большой структурной гибкостью, что позволяет выпускать ее в различных вариантах от простых машин, предназначенных для решения частных задач, до крупных систем.

Другим примером машины, построенной по блочному принципу, является машина ЭМИДЕК-1100 (Англия). Конструкция ее полностью блочная. Машина составляется из отдельных секций, изготовляемых независимо друг от друга.

В целях уменьшения количества оборудования в структуре машин обычно предусматривают возможность использования ограниченного числа одних и тех же блоков при обслуживании различных устройств машины. Чаще всего такими методами пользуются при построении ВН. Так, во ВН обычно используется ограниченное число управляющих и усилительных схем, обеспечивающих работу большого числа магнитных лент, входящих в состав ВН. Это достигается путем применения рациональной коммутации.

В машине ПЕРСЕЙ (Англия), например, одна управляющая и усилительная схема обслуживает группу из четырех лент. В машине БИЗМАК-II один комплект усилителей и управляющих схем обслуживает пять лент.

Группирование блоков магнитных лент с общим управлением каждой группой осуществлено также в машинах ИБМ-705, ИБМ-709, НКР-304, ДЕЙТАМАТИК-1000 и др.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА (ЗУ) ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЭЦМ

В информационно-логической ЭЦМ, как и во всякой другой, запоминающие устройства условно делятся на следующие группы:

1. Внешний накопитель (ВН), предназначенный для длительного хранения с периодической корректировкой большого объема информации. Емкость внешнего накопителя информационно-логической ЭЦМ может достигать нескольких сот миллионов слов (чисел) и определяется характером решаемых задач. Во внешнем накопителе хранится вся вводимая в машину информация, отдельные части которой по мере решения задачи вводятся в оперативное запоминающее устройство.

2. Внутреннее или оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), предназначенное для временного хранения промежуточных результатов вычислений и информации, выбираемой из ВН для выполнения текущего процесса обработки.

3. Долговременное запоминающее устройство (ДЗУ) для длительного хранения и быстрого воспроизведения

большого количества постоянных или редко изменяющихся данных.

4. Буферное запоминающее устройство, предназначенное для промежуточного хранения информации, передаваемой между различными частями машины. Необходимость промежуточного хранения данных возникает в процессе согласования скоростей работы различных устройств ЭЦМ. Буферные ЗУ используются обычно при передаче информации между внешним накопителем и ОЗУ, а также в ряде случаев при вводе и выводе информации.

Рассмотрим каждую из этих групп.

ВНЕШНИЙ НАКОПИТЕЛЬ

Внешний накопитель является одной из наиболее важных составных частей информационно-логической машины. Если в универсальных ЭЦМ внешнее запоминающее устройство играет вспомогательную роль, то в информационно-логической машине внешний накопитель является основой ее информационно-логической части, а тип внешнего накопителя во многом определяет общую структурную схему такой ЭЦМ. ВН должен обладать большой емкостью и достаточной скоростью выборки информации.

Наиболее часто в качестве внешнего запоминающего устройства используются магнитные ленты. Лента представляет собой ацетатно-целлюлозную, пластмассовую, нейлоновую или какую-либо другую основу, покрытую ферролаком. В настоящее время в Советском Союзе и за рубежом применяется большое количество различных типов магнитных лент, отличающихся друг от друга качеством основы, шириной, длиной, допустимой плотностью записи, допустимой скоростью протяжки и некоторыми другими показателями.

В вычислительной технике используются ленты шириной от 6,35 до 125 *мм*. Стремление увеличить ширину ленты вызывается желанием записать возможно больше информации на единицу длины. Однако это стремление ограничивается трудностями, связанными со скоростной протяжкой широкой ленты и возникающими при этом перекосами, ограничивающими плотность записи Длина ленты колеблется в пределах от нескольких десятков до тысячи метров. Чрезмерно большое увели-

чение длины не выгодно прежде всего потому, что это увеличивает время перемотки всей ленты, а следовательно, и среднее время поиска требуемой информации.

Запись на ленте производится в большинстве случаев на нескольких параллельных дорожках. Количество дорожек зависит от ширины ленты и ширины дорожек. Обычно по ширине дорожка занимает от одного до 3—4 *мм*. Например, в машине БИЗМАК используется магнитная лента шириной 16 *мм*, на которой размещены 14 дорожек; в машине ДЕЙТАМАТИК-1000 применена 36-дорожечная запись при ширине ленты 76,2 *мм*. Сравнительно большое количество дорожек и в той и в другой машине используется для целей контроля правильности считывания информации с магнитной ленты. Так, в машине БИЗМАК 14 дорожек разделены на две группы по семь дорожек в каждой группе; запись данных осуществляется одновременно в обе группы дорожек со смещением по длине ленты на 3 *мм*. Смещение введено для того, чтобы исключить возможность одновременного искажения информации в обеих группах за счет местных дефектов ленты.

В машине ДЕЙТАМАТИК-1000 для целей контроля используются пять дорожек из 36. Для записи по многим дорожкам используется соответствующее количество магнитных головок, которые собираются в единый блок.

В настоящее время параметры тракта «запись—считывание» позволяют вести запись на ферромагнитную ленту по каждой дорожке с максимальной плотностью до 30—40 импульсов на 1 *мм*. Однако из-за несовершенства лентопротяжного механизма, блока магнитных головок, а также вследствие плохих параметров самой ленты при многодорожечной записи такую высокую плотность весьма трудно реализовать. Реальная линейная плотность записи для большинства магнитных лент составляет 5—10 импульсов на 1 *мм*, а для лучших образцов достигает 20 импульсов на 1 *мм*. Увеличение плотности записи имеет очень важное значение, так как позволяет сократить количество блоков магнитных лент вместе с аппаратурой записи—считывания, не уменьшая емкости внешнего накопителя. Кроме того, увеличение плотности записи при заданной скорости перемотки ленты увеличивает скорость считывания информации с магнитной ленты и, следовательно, сокращает время пере-

писи информации из внешнего накопителя в ОЗУ, увеличивая общую производительность машины.

Скорость перемотки ленты для большинства машин составляет 2—3 *м/сек*, что позволяет считывать информацию со скоростью 10—15 тыс. импульсов в 1 *сек* при плотности пяти импульсов на 1 *мм* или 20—30 тыс. импульсов в 1 *сек* при плотности 10 импульсов на 1 *мм*. Увеличение скорости перемотки ставит дополнительные требования к точности изготовления лентопротяжного механизма, так как при большой скорости повышается вероятность появления перекосов и деформации ленты. Наибольшая скорость считывания с магнитной ленты в настоящее время достигнута в американской машине НОРК и составляет около 70 тыс. импульсов в 1 *сек* при скорости продвижения ленты 4 *м/сек*.

Следует отметить, что ограничивается не только верхний предел скорости перемещения ленты, но и ее нижний предел. Это связано с тем, что зависимость амплитуды сигнала от скорости прохождения ленты под считывающими головками является линейной и, следовательно, при слишком медленном движении отдача магнитной ленты недостаточна. Наличие нижней границы скорости вызывает при пуске, остановке и реверсе ленты пропуск участков разгона и торможения, проходимых с недостаточной скоростью. Однако резкая остановка или пуск лентопротяжного механизма также недопустимы, так как это может вызвать обрыв ленты. Чтобы избежать этого, в одних случаях используют для вращения бобин тщательно подобранные сервомоторы, в других случаях вообще отказываются от использования бобин и применяют так называемый «карманный» вариант лентопротяжного устройства, в котором лента с направляющих роликов свободными витками падает в специальные узкие отсеки (карманы).

Одно из запоминающих устройств такого типа, названное ДЕЙТАФАЙЛ, было разработано американской фирмой «Электродата». Оно содержит 50 76-метровых магнитных лент, концы которых свободно спадают с двух параллельных стержней. Вдоль стержней специальным сервомеханизмом перемещается пара блоков считывающе-записывающих головок (рис. 10), которые по команде из машины могут быть подведены к любой ленте. Выбранная лента с помощью прижимных роликов

соединяется с одним из двух ведущих валиков, который передвигает ее в прямом или обратном направлении в соответствии с командой, полученной из ЭЦМ. Натяжение ленты в зоне головок и остановка протяжки при приближении конца ленты производятся с помощью специального пневматического устройства. На ленте шириной 19,05 *мм* каждому блоку головок соответствуют две полосы по шесть дорожек, из которых четыре ис-

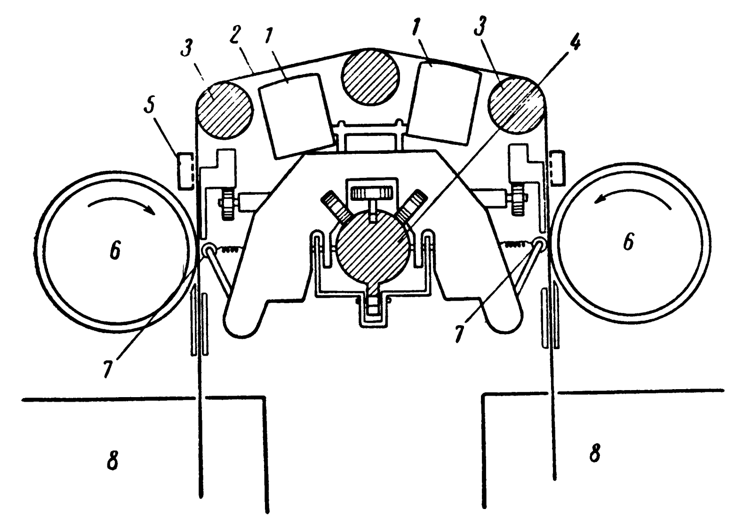


Рис. 10. Лентопротяжный механизм и блок магнитных головок запоминающего устройства машины ДЕЙТАФАЙЛ.

1 — магнитные головки; *2* — магнитная лента; *3* — направляющие стержни; *4* — стержень, по которому передвигается блок головок; *5* — вакуумная камера; *6* — ведущие валики; *7* — прижимные ролики; *8* — отсеки для ленты.

пользуются для записи десятичных разрядов, одна — для записи контрольных сигналов и одна — для записи маркерных отметок. В любой момент времени может работать (считывать или записывать) только одна головка. Скорость записи и воспроизведения информации составляет 6 000 десятичных знаков в 1 *сек*, при перемещении ленты со скоростью 1,524 *м/сек*. Общая емкость этого накопителя соответствует емкости приблизительно пяти обычных бобин лент и составляет 20 млн. десятичных знаков по 400 000 знаков на каждой ленте. Знаки группируются в слова (по 10 знаков в каждом слове),

а слова — в зоны (по 20 слов в каждой зоне). Зона занимает 70,6 *мм* длины ленты. Среднее время обращения к любой зоне накопителя равно 16,3 *сек*, причем поиск зоны, заданной пришедшей командой, производится независимо от работы вычислительно-логической части машины. Конструктивно ДЕЙТАФАЙЛ выполнен в виде отдельного компактного блока. Общий вид блока представлен на рис. 11. Запоминающие устройства типа ДЕЙТАФАЙЛ предполагается использовать в машине

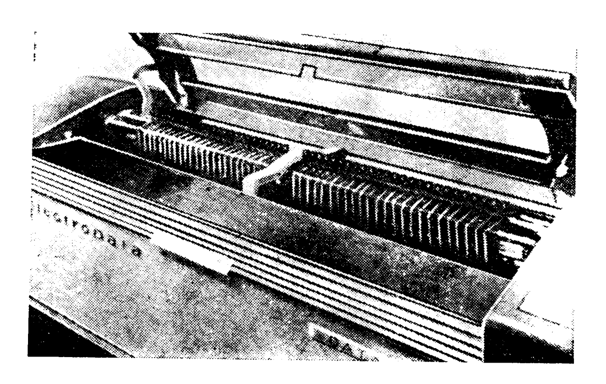


Рис. 11. Общий вид запоминающего устройства машины ДЕЙТАФАЙЛ.

ДЕЙТАТРОН, которая допускает подключение 10 таких блоков.

Промежуточное положение между «бобинным» и «карманным» вариантами ленточного запоминающего устройства занимает так называемый «карманно- бобинный» вариант, также использующийся в электронных цифровых машинах, решающих информационно-логические задачи. В таком устройстве, так же как и в устройстве карманного типа, магнитная лента свободно спадает с лентопротяжных роликов, однако концы ее при этом намотаны на бобину, что позволяет иметь такую же длину ленты, как и в бобинном варианте устройства.

Карманно-бобинный способ подачи ленты использован в машине БИЗМАК-II. Ее лентопротяжный механизм (рис. 12) состоит из двух бобин, двух буферных контейнеров для ленты и системы роликов. В каждом контейнере размещается 4,5 *м* ленты. В процессе про-

тяжки ленты ее количество в контейнере должно оставаться постоянным. Если по какой-либо причине количество ленты в контейнере изменится, то соответственно изменится и ее вес, а это приведет к выработке специальной следящей системой сигнала, по которому увеличится или уменьшится скорость вращения соответствующей бобины. Карманно-бобинный вариант применяется и в ряде других машин, имеющих внешние

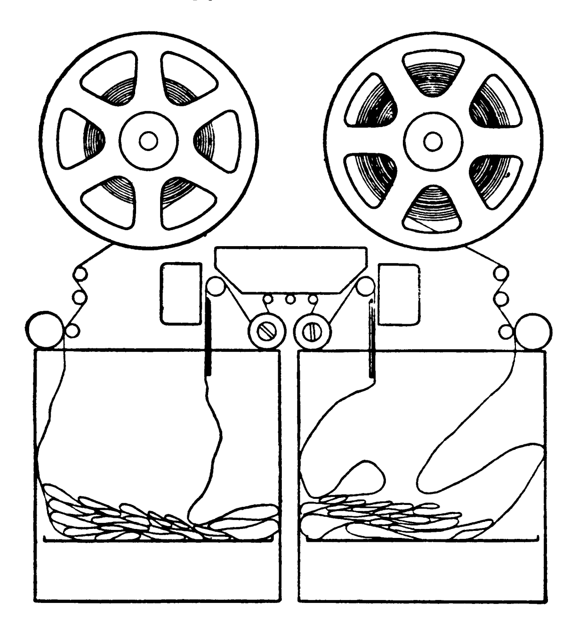


Рис. 12. Лентопротяжный механизм машины БИЗМАК II.

накопители с большим числом блоков магнитных лент, например в западногерманской машине ЕР-56, в американской машине ДЕЙТАМАТИК-1000. Для уменьшения времени разгона и торможения применяются специальные меры. Так, в лентопротяжном механизме машины ДЕЙТАМАТИК-1000 осуществляются пневматический захват и торможение ленты. Как видно из рис. 13 магнитная лента приводится в движение одним из ведущих барабанов. Для обеспечения хорошего сцепления ленты с ведущим барабаном он делается полым и из него

откачивается воздух. Поверхность барабана имеет специальные прорези, закрываемые наложенной на него магнитной лентой. Это обеспечивает прижимные ленты к барабану за счет разности давлений. Для останова ленты используется тормоз, также полый внутри и имеющий такие же прорези. При торможении давление внутри тормоза понижается, а в цилиндр ведущего барабана подается поток сжатого воздуха, что, с одной стороны, обеспечивает сцепление ленты с неподвижным тормозом, а с другой — способствует отлипанию ленты от барабана. В результате значительно сокращаются трение и износ ленты (что также очень важно, так как в информационно-логических ЭЦМ магнитные ленты должны служить длительное время) и обеспечивается лучшее торможение и разгон ленты. На рис. 14 показаны графики — изменения скорости движения ленты машины ДЕЙТАМАТИК-1000 при разгоне и торможении.

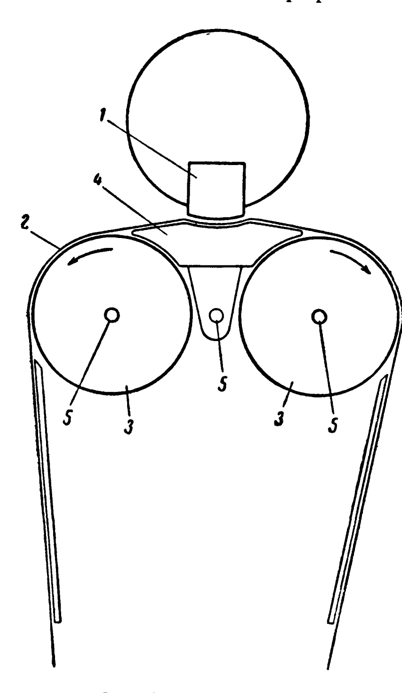


Рис. 13. Лентопротяжный механизм машины ДЕЙТАМАТИК-1000.
1 — магнитная головка; 2 — лента; 3 — ведущие барабаны; 4 — тормоз; 5 — воздухопроводы.

Используются и другие способы уменьшения времени разгона и торможения ленты. В машине БИЗМАК для этой цели используются специальные прижимные ролики, приводимые в движение соленоидами, имеющими малое время срабатывания.

Магнитные ленты, обладая целым рядом достоинств, которые и привели к широкому использованию их в качестве внешних накопителей информационно-логических ЭЦМ, в то же время имеют один существенный недоста-

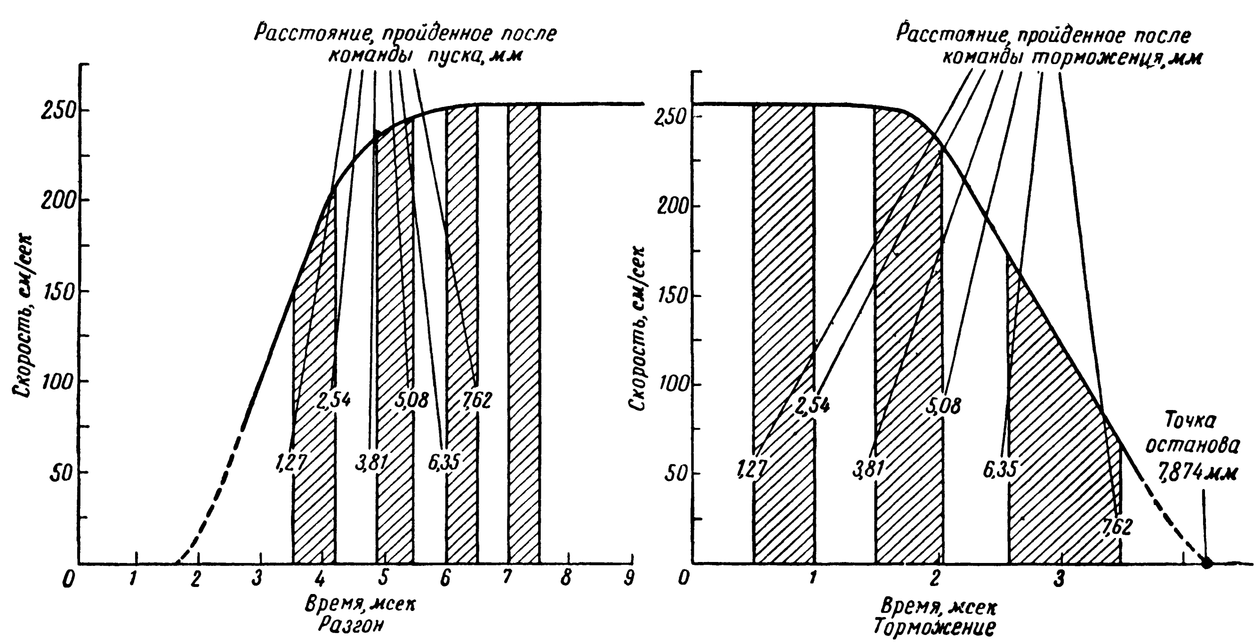


Рис. 14. График изменения скорости движения ленты машины ДЕЙТАМАТИК-1000 при разгоне и торможении.

ток, сильно снижающий их ценность. Этот недостаток связан с необходимостью перемотки ленты и заключается в том, что запись и считывание информации можно осуществлять лишь в определенной последовательности. При большом количестве магнитных лент, как это имеет место в информационно-логической ЭЦМ, для отыскания необходимой информации приходится тратить большое количество времени на просмотр всех лент. Уменьшение этого времени путем параллельного поиска информации

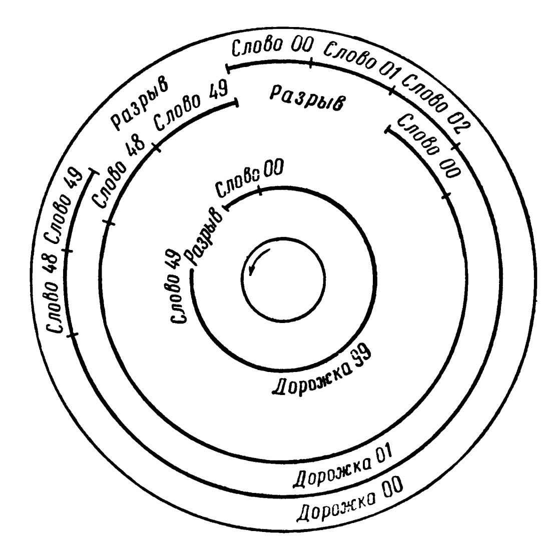


Рис. 15. Размещение информации на магнитном диске.

одновременно на нескольких лентах ведет к значительному усложнению схемы машины.

Более перспективным по сравнению с накопителем на магнитных лентах является запоминающее устройство, выполненное на магнитных дисках, которое сочетает довольно большую емкость с возможностью произвольной выборки информации. Одно из таких устройств используется в электронной вычислительной машине ИБМ РАМАК-305. Конструктивно оно выполнено в виде 50 магнитных дисков, сидящих на общей вертикальной оси и вращающихся со скоростью 1 200 *об/мин*. На каждой стороне

диска размещается 100 концентрических дорожек (рис. 15). Одна дорожка позволяет записать 500 восьмиразрядных двоичных чисел (50 слов), причем плотность на наружной дорожке составляет два двоичных разряда на 1 *мм*, а на внутренней — четыре двоичных разряда на 1 *мм*. Общая емкость дискового ВН этой машины составляет 5 млн. двоичных чисел, что соответствует емкости приблизительно одной магнитной ленты. Считы-

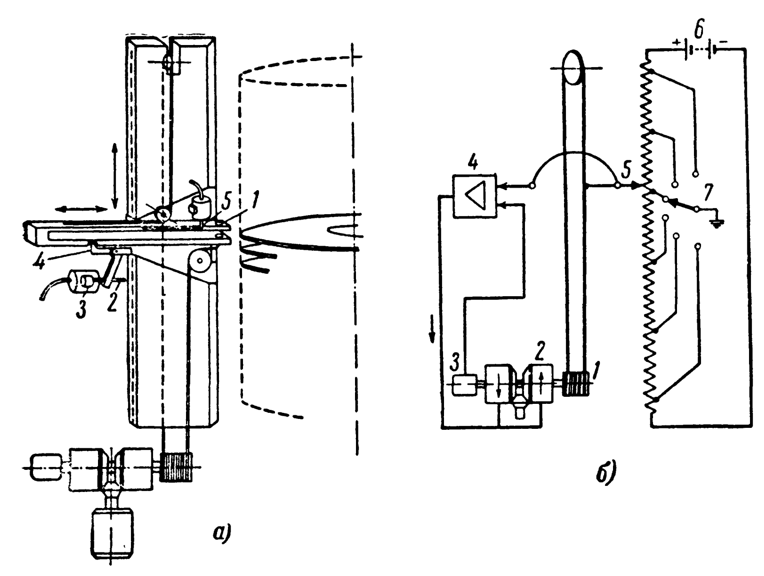


Рис. 16. Дисковое запоминающее устройство.

а — схема работы механизма доступа (*1* — головка; *2* — защелка диска; *3* — пневматический цилиндр; *4* — стопорящее устройство; *5* — защелка, определяющая положение рычага над выбранной дорожкой при горизонтальном перемещении; *б* — схема горизонтальной (радиальной) или вертикальной установки механизма доступа (*1* — барабан подъемного механизма, *2* — муфта, *3* — тахометр; *4* — управляющий усилитель; *5* — контактная щетка; *6* — контрольное-опорное напряжение; *7* — селектор).

вание данных осуществляется магнитными головками, подводящимися к любой из дорожек, независимо от того, на какой стороне диска она находится. Время обращения к дискам определяется временем подвода головки к нужной дорожке и колеблется в пределах 0,15—0,8 *сек*.

Схема механизма, позволяющего подвести магнитные головки к нужной дорожке, показана на рис. 16,*а*. Го-

ловки крепятся одна против другой на паре рычагов. Чтобы отыскать заданный диск, каретка с рычагами перемещается в вертикальной плоскости по направляющей планке. Для установки пары магнитных головок над нужной дорожкой выбранного диска рычаги перемещаются в горизонтальной плоскости. В крайнем левом положении рычаги выходят за пределы диска, как показано на рисунке.

Когда рычаги с магнитными головками встанут против требуемого диска, положение каретки фиксируется защелкой, соединенной со штоком поршня пневматического цилиндра, управляемого адресной системой. Эта защелка связана со стопорным механизмом, который либо освобождает каретку и блокирует механизм, перемещающий рычаги в радиальном направлении (при перемещении каретки по вертикали), либо освобождает рычаги и блокирует каретку (при перемещении рычагов по горизонтали). Таким образом, предохранительный стопорный механизм предотвращает возможность механического повреждения накопительного устройства.

Каретка и рычаги перемещаются при помощи небольшого стального троса, намотанного на барабан привода. Когда рычаги закреплены, а каретка свободна, то барабан привода при помощи троса перемещает ее в вертикальной плоскости. Когда каретка закреплена, а свободны рычаги, то та же система перемещает рычаги в радиальном направлении.

Барабан соединяется с мотором, через одну из магнитных порошковых муфт, вращающихся в разные стороны. Включение той или другой муфты производится схемой управления механизмом доступа, показанной на рис. 16,*б*. Требуемый адрес устанавливается специальной адресной системой посредством заземления одного из отводов потенциометра. Схема выдает сигнал рассогласования на муфту до тех пор, пока контактная щетка не достигнет заземленного отвода. Выбор муфты определяется знаком сигнала рассогласования.

В устройстве, кроме защелки для установки каретки, имеется еще одна защелка для точной установки рычагов, а следовательно, и магнитных головок над требуемой дорожкой. Пневматические цилиндры, приводящие в движение защелки, получают под давлением воздух из небольшого компрессора. Этот же компрессор подает

воздух в кольцеобразные трубопроводы, окружающие магнитные головки и используемые для создания воздушной подушки между головкой и диском.

Очевидно, что внешний накопитель информационно-логической ЭЦМ, выполненный на магнитных дисках, будет иметь ряд преимуществ по сравнению с внешним накопителем на магнитных лентах. Основным достоинством дискового ВН является возможность произвольного обращения к любой части информации, записанной на дисках, и сравнительно быстрой выборки ее. Это позволяет иметь достаточно простое устройство управления внешним накопителем. Кроме того, использование внешнего накопителя с произвольной выборкой информации устраняет необходимость обязательной группировки и сортировки входных данных в заранее определенную последовательность до начала обработки, поскольку время произвольной выборки невелико.

Обычно в дисковых устройствах предусматривается возможность наращивания емкости накопителя, а также использование их в сочетании с другими типами запоминающих устройств. Например, в машине ИБМ-7070 в состав внешнего накопителя входит до 12 блоков магнитных лент и до четырех блоков магнитных дисков, каждый из которых содержит 50 дисков и имеет емкость 6 млн. букв. Английская машина НЕЙШНЛ ЭЛЛИОТ-405 также использует сочетание запоминающих устройств на магнитных дисках, на магнитных лентах и на магнитном барабане.

ОПЕРАТИВНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Оперативное запоминающее устройство во многом определяет возможности электронной цифровой машины. ОЗУ в основном характеризуется емкостью и временем обращения. Время обращения особенно важно для характеристики универсальных вычислительных машин, поскольку оно влияет на один из главных параметров ЭЦМ — скорость выполнения операций. Для информационно-логических ЭЦМ, как было показано выше, более важна не скорость выполнения тех или иных операций в вычислительно-логической части машины, а ее общая производительность, зависящая в основном от согласования работы информационно-логической и вы-

числительно-логической частей ЭЦМ. Поэтому основной характеристикой оперативного запоминающего устройства информационно-логической ЭЦМ является его емкость — чем больше емкость ОЗУ, тем меньше производится обращений к ВН и, следовательно, выше производительность машины. К тому же большая емкость ОЗУ позволяет решать более широкий круг задач.

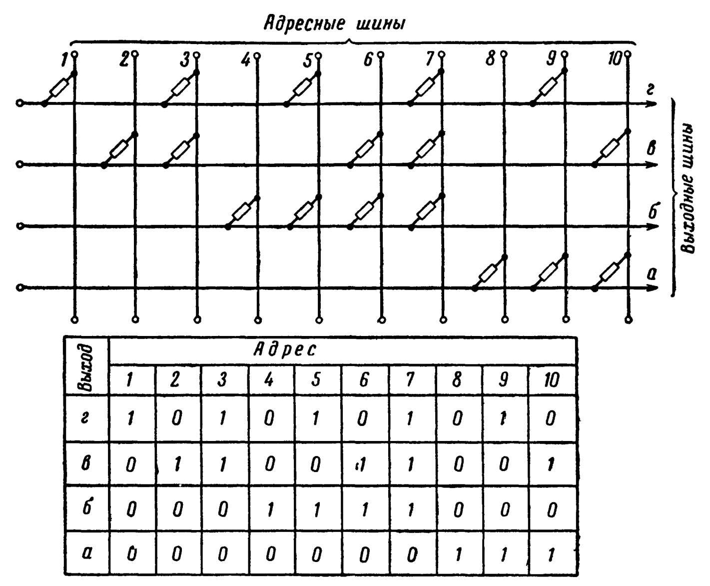
Решение информационно-логических задач требует довольно большой емкости ОЗУ. В последнее время наибольшее распространение получили информационно-логические машины с ОЗУ емкостью порядка 4 000—8 000 чисел. Как правило, эти ОЗУ строятся на ферритовых сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса. Например, машина БИЗМАК-I имеет ОЗУ на ферритовых сердечниках, состоящее из двух блоков для хранения 2 048 семиразрядных десятичных чисел каждый. Усовершенствованный вариант этой машины — БИЗМАК-II имеет в составе ОЗУ также два блока, но с большей емкостью — по 4 096 семиразрядных десятичных числа. ОЗУ машины ДЕЙТАТРОН-220 имеет емкость 5 000 чисел, по 10 десятичных цифр в каждом. В настоящее время ведутся работы по дальнейшему повышению емкости ОЗУ. Так, для машины ИБМ-709 было создано ОЗУ общей емкостью 32 768 десятиразрядных десятичных чисел с временем обращения 12 *мксек*. ОЗУ упоминавшейся выше западногерманской машины ЕР-56 имеет общую емкость 10 000 семиразрядных десятичных чисел. Конструктивно оно выполнено в виде нескольких блоков. Всего в состав этого ОЗУ может входить от трех до десяти одновременно работающих блоков емкостью по 200 или 1 000 чисел.

Из нескольких блоков состоит также ОЗУ американской машины МОБИДИК. Каждый блок имеет емкость 4 096 чисел, по 38 двоичных разрядов каждое. Всего может быть подключено до семи таких блоков.

Из приведенных выше примеров видно, что работа по повышению емкости ОЗУ идет в основном по пути увеличения количества и емкости блоков. Возможно, что дальнейшая работа в этом направлении приведет к созданию ОЗУ такой большой емкости, что отпадет необходимость иметь в составе информационно-логической ЭЦМ внешний накопитель.

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Долговременные запоминающие устройства (ДЗУ) используются в информационно-логических ЭЦМ для хранения стандартных программ, команд, различных констант, справочных данных и т. п. Обычно в качестве такого устройства используется один из видов одностороннего накопителя, т. е. накопителя, позволяющего



Выход	Адрес									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
г	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
в	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
б	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
а	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Рис. 17. Принцип действия долговременного запоминающего устройства.

Чтобы вызвать двоичное число, хранящееся по определенному адресу, нужно на соответствующую адресную шину подать напряжение и с выходных шин считать полученную кодовую комбинацию. Расположение элементов связи в матрице соответствует таблице.

многократно считывать записанную ранее информацию, без возможности автоматического изменения ее содержания. Необходимость и целесообразность наличия такого накопителя в составе информационно-логической ЭЦМ вытекает из того, что размещение в оперативной или внешней памяти большого количества различных неизменных данных, требуемых для решения информационно-логических задач, сильно загружает эти виды памяти. Кроме того, схемы односторонней памяти более

просты и экономичны по сравнению со схемами оперативного и внешнего запоминающих устройств.

В общем виде схему ДЗУ можно представить в виде матрицы, образованной пересекающимися рядами проводов, соединенных между собой в точках пересечения, через диоды, конденсаторы, трансформаторы или какие-либо другие элементы связи (рис. 17). Для запоминания единичного сигнала используется факт наличия или отсутствия элемента связи в данном узле матрицы.

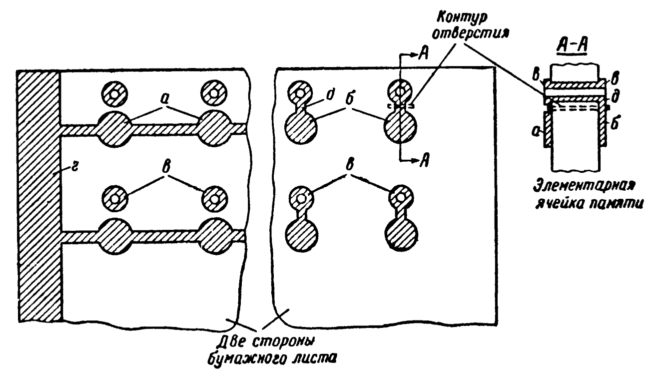


Рис. 18. Кодовый лист емкостного запоминающего устройства

а и *б* — металлизированные участки, которые являются обкладками конденсатора; *в* — проходной электрод, выполненный путем металлизации пробитых в листе отверстий (используется для подвода сигнала считывания к обкладке *б*); *г* — выходная шина; *д* — перемычка, соединяющая проходной электрод с обкладкой *б*. Запись информации на лист производится отключением отдельных элементов связи (конденсаторов) путем разрыва соответствующих перемычек *д* перфорационными отверстиями.

Воспроизведение информации, хранимой в ДЗУ, заключается в получении совокупности электрических сигналов, соответствующих расположению элементов связи в матрице. Расположение элементов связи задается при изготовлении ДЗУ.

Способы технической реализации ДЗУ различны. В некоторых из эксплуатируемых в настоящее время электронных вычислительных машин встречаются ДЗУ небольшой емкости (порядка нескольких сот чисел), построенные на диодах, на трансформаторах, на ферритовых сердечниках и др. В последние годы в Лаборатории электромоделирования АН СССР было создано емкостное ДЗУ. Носителем информации в нем является

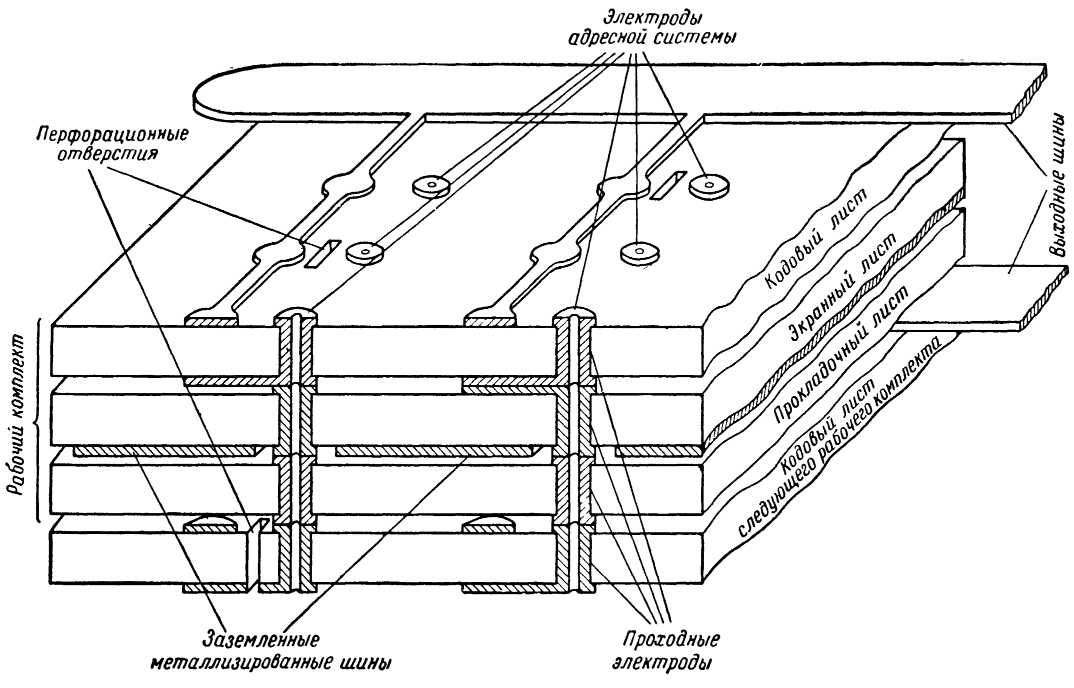


Рис. 19. Расположение листов рабочего комплекта запоминающего устройства на конденсаторных картах

Вызываемая кодовая комбинация снимается параллельно со всех выходных шин. Каждый кодовый лист соответствует одному разряду

лист бумаги, на который способом металлизации нанесены электроды элементарных конденсаторов (рис. 18). Эти листы комплектуются в блоки (рис. 19). В целом емкостное ДЗУ состоит из одного или нескольких блоков и позволяет при необходимости добавлять или убирать вручную отдельные части информации [1]. Блок-схема запоминающего устройства на конденсаторных картах изображена на рис. 20.

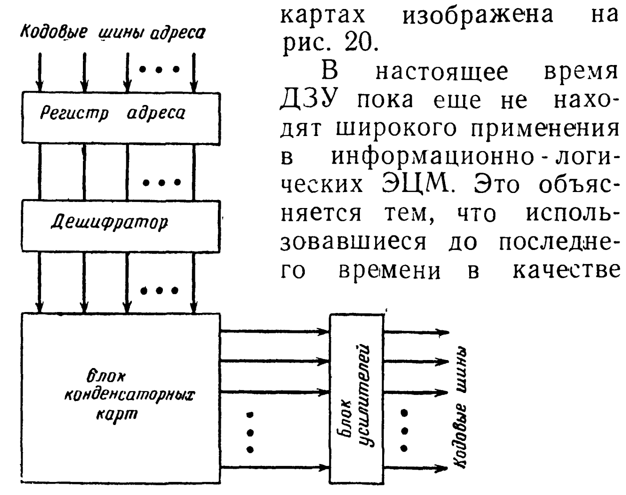


Рис. 20. Блок-схема запоминающего устройства на конденсаторных картах.

В настоящее время ДЗУ пока еще не находят широкого применения в информационно-логических ЭЦМ. Это объясняется тем, что использовавшиеся до последнего времени в качестве элементов связи трансформаторы, кристаллические диоды, ферриты и т. п. пока еще довольно дороги. Кроме того, ДЗУ на этих элементах при большом количестве хранимых в нем чисел (например, сотни тысяч чисел), получаются неэкономичными и часто недостаточно надежными, не говоря уже о сложной технологии их изготовления.

Можно ожидать, что разработка сравнительно недорогих и надежных ДЗУ позволит шире применять их в электронных цифровых машинах, в том числе в машинах, предназначенных для решения информационно-логических задач.

---

[1] Подробнее о емкостном долговременном запоминающем устройстве см. книгу Л. И. Гутенмахера «Электронные информационно-логические машины», изд. АН СССР, Москва, 1960.

БУФЕРНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Буферное запоминающее устройство не является обязательным элементом информационно-логической ЭЦМ, однако иногда применяется для повышения ее производительности. Часто в качестве буферного ЗУ используется магнитный барабан. Примером может служить машина ИБМ-709, имеющая между внешним накопителем и ОЗУ буферное запоминающее устройство на магнитном барабане емкостью 16 000 чисел. Буферный накопитель на магнитном барабане емкостью 32 768 чисел используется также в машине БИЗМАК при обмене информацией между ОЗУ и внешним накопителем.

Последнее время в качестве буферных накопителей стали применять ЗУ на ферритах емкостью обычно в 1—2 тыс. чисел. Примером может служить машина ДЕЙТАМАТИК-1000, в которой при передаче информации из ВН в ОЗУ и обратно используются два буферных ЗУ емкостью по 1 488 десятичных цифр каждый. Два буферных запоминающих устройства — одно при передаче информации из ВН в ОЗУ, а другое при обратной передаче — используются также в машине ЭМИДЕК-2400 (Англия), причем в последней буферные накопители используются не только между ОЗУ и внешним накопителем, но также при вводе и выводе информации.

Роль входных и выходных буферных ЗУ особенно велика при сопряжении информационно-логических ЭЦМ с линиями связи, когда пришедшая информация должна быть принята немедленно, независимо от занятости машины в этот момент.

ГЛАВА ПЯТАЯ

УСТРОЙСТВА ВВОДА И ВЫВОДА ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЭЦМ

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ВВОДА И ВЫВОДА ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ ЭЦМ

Успешное использование ЭЦМ для решения информационно-логических задач зависит не только от характеристик вычислительной части машины, но в значительной степени определяется эффективностью вводных

и выводных устройств. В большинстве современных ЭЦМ для ввода информации в машину используются перфокарты и перфоленты с механическим или фотоэлектрическим считыванием. Вывод в основном осуществляется на перфокарты, перфоленты, а также путем печатания результатов на бумажную ленту.

Решение информационно-логических задач требует от машины постоянной готовности к приему и выдаче большого объема информации. В связи с тем, что отдельно взятые устройства не могут обеспечить выполнение этого требования, возникла необходимость использования для ввода и вывода информации целых комплексов наиболее быстродействующих входных и выходных устройств. Один из возможных вариантов связи их с информационно-логической машиной показан на рис. 21.

Количество различных входных и выходных устройств, сопряженных с машиной, часто достигает 10—15 и более. Например, в американской машине ДЕЙТАТРОН-220 допускается подключение десяти устройств считывания данных с перфолент и десяти различных выходных устройств: выходных перфораторов бумажных лент, перфораторов карт, нескольких типов печатающих устройств. Все устройства ввода — вывода в этой машине объединяются специальной системой, названной «КАРДАТРОН». Система КАРДАТРОН разрешает одновременную работу семи устройств ввода — вывода, обеспечивая при этом необходимые преобразования кодов и согласование работы всех устройств с работой машины. Следует подчеркнуть, что в подобных машинах используются наиболее быстродействующие устройства ввода — вывода.

Так, сопряженное с машиной ДЕЙТАТРОН-220 устройство фотоэлектрического считывания данных с перфоленты работает со скоростью 1 000 знаков в секунду, а входное устройство машины НКР-304 позволяет считывать данные с перфокарт со скоростью 1 000 перфокарт в 1 *мин.*

Иногда с целью ускорения ввода и вывода данных применяется предварительная запись информации на магнитные ленты. При вводе информации запись на магнитную ленту производится на специальном устройстве вне машины, а затем лента вставляется в машину. При

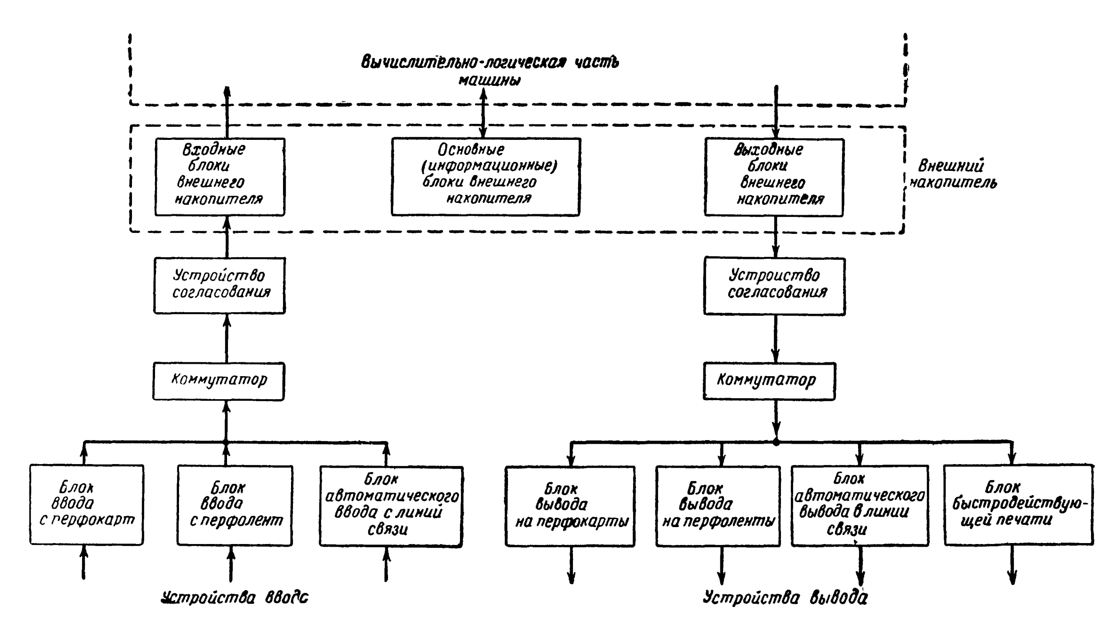


Рис. 21. Возможный вариант сопряжения устройств ввода и вывода с информационно-логической ЭЦМ.

выводе, наоборот, числа записываются на магнитную ленту внутри ЭЦМ, а после окончания решения лента вынимается из машины. Это позволяет производить ввод исходных данных в ОЗУ и вывод результатов из него с более высокой скоростью, что значительно повышает эффективность использования машины в целом, так как фактически ввод данных в ОЗУ производится в этом случае из внешнего накопителя, а не с медленно действующих устройств, считывающих информацию с перфоносителей. Подобный способ повышения производительности машины используется и в информационно-логических ЭЦМ.

Как было показано выше, схема информационно-логической ЭЦМ предусматривает ввод данных в ОЗУ и выдачу их только через ВН. Причем обычно запись информации в ВН так же, как и выдача данных из него, производится при помощи сопряженных с ВН различных устройств ввода и вывода. Если в качестве ВН используются магнитные ленты, то для записи на них вводимой информации, а также для перфорации и печатания результатов обработки, дополнительно применяются различные внешние устройства, не связанные с машиной: устройство перезаписи информации с перфокарт на магнитные ленты, внешнее печатающее устройство, позволяющее печатать в буквенно-цифровом виде информацию, записанную на магнитной ленте, и др.

Устройства ввода и вывода продолжают оставаться узким местом в конструкции современных информационно-логических ЭЦМ как в отношении быстродействия, так и в отношении наглядности материала, вводимого в машину и выводимого из нее. Особенно это относится к устройствам ввода данных. Если современные выходные печатающие устройства позволяют выдавать данные из машины в буквенно-цифровом виде, более или менее удобном для чтения, то с устройствами ввода дело обстоит значительно хуже.

УСТРОЙСТВА ВВОДА ДАННЫХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

В настоящее время ввод данных в ЭЦМ требует предварительной набивки информации на перфокарты или перфоленты, и только после этого данные вводятся

в машину. Это приводит к тому, что между обрабатываемым документом и машиной появляется еще дополнительный документ — перфокарта или перфолента, не говоря уже о трудоемкости и сравнительно малой скорости нанесения данных на перфоносители.

Поскольку информационно-логические ЭЦМ используются для решения экономико-статистических, коммерческих и других подобных задач, исходные данные для которых обычно имеют вид документа (счет, наряд, банковский чек, ведомость и т. д.), то желательно было бы непосредственно использовать эти документы для ввода информации в машину.

В настоящее время ряд банков США в целях частичного решения такой задачи использует метод кодирования денежных чеков магнитными чернилами. На банковский чек определенной формы наряду с обычной буквенно-цифровой информацией наносятся специальные кодовые знаки в виде магнитных точек или полосок. Нанесение этих кодовых знаков на документ производится на специальных пишущих машинках одновременно с печатанием обычного текста, в результате чего чек может использоваться как непосредственно в машине, так и человеком.

При вводе такого чека в машину знаки кода, написанные магнитными чернилами, намагничиваются и после этого проходят под считывающими головками.

В США разработано несколько типов устройств, позволяющих считывать информацию, нанесенную на документ магнитными чернилами. Например, устройство СТЕЙНОМЭТИК, разработанное фирмой «Стандарт Регистр», предназначено для считывания цифровой информации, кодированной в виде точек на документе, и для записи считанной информации на перфоленты или магнитные ленты, которые затем используются для ввода информации в ЭЦМ. Устройство позволяет считывать информацию со скоростью 15 000 десятичных знаков в 1 *мин* или 500 документов в 1 *мин* из расчета, что один документ содержит 30 цифр. Считывание может также производиться с бумажной ленты, информация на которой расположена группами по 30 цифр в каждой.

Для других подобных считывающих устройств кодирование информации осуществляется не точками, а маг-

нитными полосками, которые в зависимости от типа используемого устройства наносятся либо на лицевую, либо на обратную сторону документа. В последнее время аналогичные работы ведутся в Англии и Франции. Ведется также работа над устройством для считывания арабских цифр, напечатанных магнитными чернилами. Однако следует отметить, что подобные устройства получаются пока еще довольно сложными. Например, устройство СТЕЙНОМЭТИК содержит порядка тысячи электронных ламп. Кроме того, такие устройства не исключают специальной предварительной подготовки материала, который должен быть введен в ЭЦМ. Если для перфорационного ввода требуется предварительно нанести информацию на перфокарты или перфоленты, то в данном случае требуется отпечатать данные при помощи специальной пишущей машинки на бланках особой формы.

Наибольшее удобство, очевидно, представляло бы устройство, позволяющее считывать обычный печатный и машинописный текст непосредственно с документа. Это значительно повысило бы эффективность использования информационно-логической машины, так как устранило бы многие трудоемкие предварительные операции по подготовке документа к вводу в машину. В настоящее время во многих странах широко ведутся работы в области разработки таких устройств. Принцип действия их в большинстве случаев сводится к восприятию одним или несколькими фотоэлементами светового потока, последовательно отражаемого от отдельных элементов цифры или буквы. Промодулированный по яркости световой поток преобразуется в последовательность электрических импульсов, которая анализируется логическими схемами.

Часто разложение знака осуществляется при помощи электронно-лучевой трубки, растр которой проектируется на читаемый знак. Этот способ применен в английской читающей машине ЭРА, где используется обычная строчная развертка. Опытный образец этой машины позволял считывать все десятичные арабские цифры от нуля до девяти, знаки «плюс» и «минус» и шесть букв латинского алфавита со скоростью 120 знаков в 1 *сек.*

Находит применение и так называемая следящая развертка, сущность которой состоит в том, что луч,

управляемый специальной следящей системой, следует вдоль контура знака. При этом специальным логическим устройством отмечаются и анализируются точки изменения направления прямолинейного движения, точки изменения кривизны и другие так называемые «особые» точки.

Имеется большое количество различных способов опознавания печатных знаков. Однако следует отметить, что разработка устройств, автоматически распознающих буквы и цифры, пока еще находится в начальной стадии. Созданные опытные образцы слишком громоздки. Например, упоминавшаяся выше английская машина ЭРА состоит из нескольких шкафов. К тому же имеющиеся опытные образцы накладывают известные ограничения на считываемый текст (например, требуют применения стандартного шрифта, хороших сортов бумаги и т. п.). Очевидно, что практическое применение в информационно-логических ЭЦМ подобные устройства смогут найти тогда, когда они в процессе развития будут значительно упрощены и смогут с достаточной надежностью считывать с документа текст, напечатанный любым шрифтом, а в дальнейшем и рукописный текст.

Еще более заманчивой, но, очевидно, и более отдаленной перспективой является ввод информации в ЭЦМ посредством устной речи. Решение этой проблемы позволило бы оператору устно задавать информационно-логической ЭЦМ необходимые исходные данные, запрашивать нужную информацию и т. п.

В общих чертах основная задача здесь сводится к автоматическому опознаванию звуков человеческой речи, кодированию их и вводу в ЭЦМ в виде двоичного кода. Наибольшую трудность представляет опознавание звуков.

Процесс опознавания звуков состоит из анализа речевого сигнала в каждый данный момент времени тем или иным способом и сравнения результатов анализа с заранее заложенными в память машины эталонами. Исследования по анализу речи основываются на том предположении, что лица, говорящие на данном языке, распознают конечное число различных типовых звуков, из которых состоит речь. Следовательно, должна существовать некоторая определенная физически измеримая

характеристика каждого типового звука, не зависящая от различных дефектов речи.

Такие типовые звуки, служащие для различения смысла слова, называются фонемами (в русском языке насчитывается 41 фонема). Возможность разложения любого слова на фонемы позволяет значительно упростить задачу опознавания многих тысяч слов. Задача фактически сведется к опознаванию 41 фонемы во всех их вариантах, встречающихся в потоке речи.

К вопросу опознавания фонем в настоящее время имеется несколько различных подходов. Не останавливаясь на них подробно, отметим, что большое количество их основывается на спектральной характеристике фонем и выделении дифференцирующих признаков. Считается, что существование определенного спектра частот для каждой фонемы позволяет решить задачу идентификации всех фонем данного языка.

На этих принципах создан целый ряд экспериментальных устройств, позволяющих опознавать звуки речи и кодировать их тем или иным способом.

Американская фирма «Белл Телефон» в 1952 г. продемонстрировала устройство, названное «Автоматическим распознавателем цифр» или сокращенно «АУДРИ». Это устройство позволяет различать десять цифр десятичной системы, произнесенных в микрофон. АУДРИ довольно точно определяет слова, если они произносятся мужским голосом, который использовался как эталон. Ошибки в этом случае составляют максимум 7%. При произнесении цифр другими мужскими голосами ошибки составляют 20—30%.

Одна из лабораторий фирмы «Рэйдио Корпорэйшн оф Америка» разработала так называемую фонетическую пишущую машинку, позволяющую преобразовывать человеческую речь в печатный текст. Опытный образец устройства позволяет опознавать и печатать десять слогов английского языка.

Из сказанного можно заключить, что в настоящее время опознавание человеческой речи с помощью ЭЦМ не вышло еще за пределы экспериментальных работ. Дальнейшие исследования должны привести к созданию машины, способной различать обычную разговорную речь. В таком виде эта машина может быть исполь-

зована для ввода данных в информационно-логическую ЭЦМ.

Как в случае печатного текста, так и в случае устной речи ввод информации в машину не ограничивается опознаванием печатных знаков или звуков речи. Опознавание букв и звуков является очень трудным, но только первым шагом к решению всех задач. Опознанные и введенные в машину в виде электрических импульсов буквы и звуки необходимо объединить в слова или группы слов, обозначающие определенные понятия, и этим понятиям, предписать определенные кодовые обозначения, которыми машина будет оперировать при обработке информации. Все эти задачи очень трудны, и выполнение их возможно лишь с помощью электронной вычислительной техники.

УСТРОЙСТВА ВЫВОДА ДАННЫХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Не менее важен вопрос усовершенствования процессов выдачи результатов решения задачи из ЭЦМ. Из информационно-логической ЭЦМ данные могут выдаваться в нескольких видах. Если информация предназначается для использования оператором, то она выдается на специальные табло или печатается в виде окончательно готового документа, причем часто печатается сразу несколько экземпляров. Если же в дальнейшем предполагается обработка полученного материала на счетно-перфорационных или электронных цифровых машинах, то целесообразно фиксировать данные на перфокартах или перфолентах. Такой вариант встречается, например, в случае периодического пополнения и корректирования перфокарточных картотек. При этом перфокарты картотеки, полученные в результате обработки информации в данном периоде, будут служить для ввода данных в следующем периоде. Кроме того, полученные перфокарты могут служить для ввода данных в информационно-логические ЭЦМ такого же типа, но расположенные в других пунктах, а полученные перфоленты — для ввода информации в каналы связи. Часто при выдаче данных на перфорацию они одновременно выдаются и на печать.

Таким образом, для информационно-логических ЭЦМ требуется несколько типов выходных устройств:

перфораторы карт, перфораторы лент и печатающие устройства. Все эти устройства пока еще недостаточно совершенны. В первую очередь это касается их быстродействия. Особенно в этом отношении отстают перфорирующие устройства. Скорость перфорации, если еще не достигла теоретического предела, то во всяком случае близка к нему, в то время как требования к скорости вывода данных непрерывно растут вместе с увеличением объема перерабатываемой информации и ростом быстродействия арифметических устройств. Это касается всех классов ЭЦМ, в том числе и информационно-логических.

В настоящее время перфораторы обычно работают со скоростями 20—40 знаков в 1 *сек* при перфорации лент и 100—150 карт в 1 *мин* при перфорации карт. Печатающие устройства также имеют недостаточные скорости. Это отчасти объясняется тем, что они пока еще используют в основном электромеханический принцип печати. Наиболее совершенные печатающие устройства (например, в машине БИЗМАК) позволяют печатать 120 знаков в строке со скоростью 600 строк в 1 *мин*. Естественно, что одиночные устройства, работающие с такими скоростями, не могут обеспечить выдачу такого огромного объема выходной информации, какой характерен для информационно-логических ЭЦМ. Результатом этого является наращивание количества одновременно работающих выходных устройств. Однако рост количества выходных устройств увеличивает габариты машины и ведет к усложнению ее, особенно в случаях, когда выдвигается требование произвольной коммутации выходных устройств, состоящее в том, чтобы любое из устройств выдачи данных могло быть автоматически подключено к любому из выходных каналов ЭЦМ.

Решить проблему выдачи информации пытаются за счет резкого увеличения скорости печатания данных путем перехода к немеханическим способам печати.

Один из таких способов предусматривает использование знаковых электронно-лучевых трубок, на экранах которых информация отображается в форме букв, цифр и различных условных знаков с помощью луча, имеющего в поперечном сечении форму записываемого знака. Одним из основных достоинств этих трубок является высокая скорость выдачи информации. В настоящее

время в США довольно широко используются знаковые трубки типа «Характрон», работающие со скоростью 20 000 знаков в 1 *сек*.

Устройство «Характрона» показано на рис. 22. Одним из основных элементов этой трубки является впаянная в ее горловину матрица, представляющая собой металлическую пластинку с прорезанными в ней мельчайшими отверстиями в форме знаков (рис. 23). Создаваемый электронным прожектором пучок электронов при про-

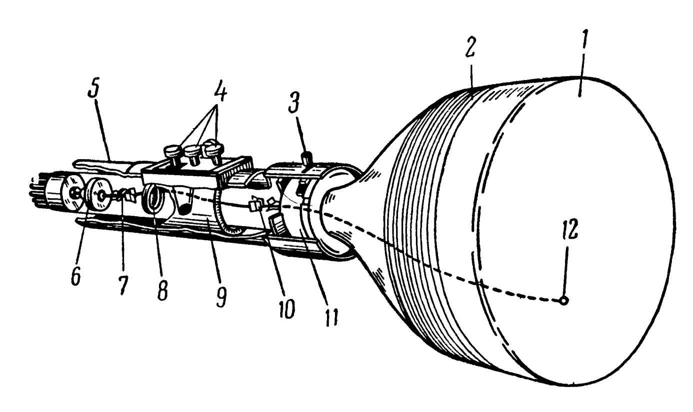


Рис. 22. Схематический чертеж знаковой электронно-лучевой трубки „Характрон".

1 — экран трубки; *2* — спиральный ускоряющий электрод; *3* — регулятор отклоняющей катушки; *4* — регулирующие винты собирающей катушки; *5* — МЮ металлический экран; *6* — электронный прожектор; *7* — селектирующие пластины; *8* — матрица; *9* — собирающая катушка; *10* — корректирующие пластины; *11* — отклоняющая катушка, *12* — изображение комплекса данных.

хождении через одно из отверстий матрицы приобретает в поперечном сечении форму соответствующего знака. Выбор нужного отверстия матрицы производится с помощью селектирующих (выбирающих) пластин, которые направляют луч на знак матрицы, заданный кодом, поступившим на схему управления лучом трубки. Далее луч, поперечное сечение которого сформировано в виде знака, фокусируется собирающей катушкой и проходит через корректирующие пластины, которые возвращают луч обратно на ось трубки. Отклонение луча в то место экрана трубки, в котором требуется отобразить данный знак, производится с помощью откло-

няющих катушек. Соотношение токов в них определяется кодом, поступающим из ЭЦМ.

Так как из машины информация выдается в двоичном коде, то схема управления трубкой должна обязательно содержать преобразователи для превращения дискретных значений поступившего кода в пропорциональные непрерывные напряжения или токи.

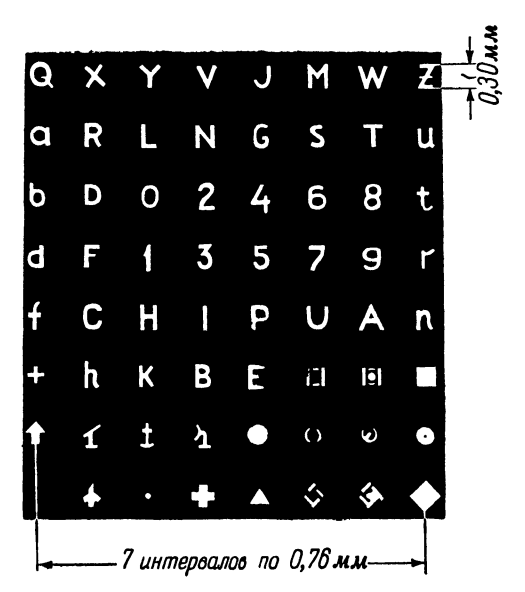


Рис. 23. Матрица, используемая в одной из трубок „Характрон“.

На рис. 24 представлен один из возможных вариантов функциональной схемы управления трубкой типа «Характрон».

Информация о месте знака в матрице и о требуемом положении его на экране трубки поступает из ЭЦМ на схему управления в виде параллельного двоичного кода. Кроме того, сюда поступают соответствующие управляющие сигналы, обеспечивающие коммутацию отдельных узлов схемы управления.

Выдача данных из машины на схему управления происходит в определенной последовательности. Прежде всего на коммутатор поступают коды, определяющие

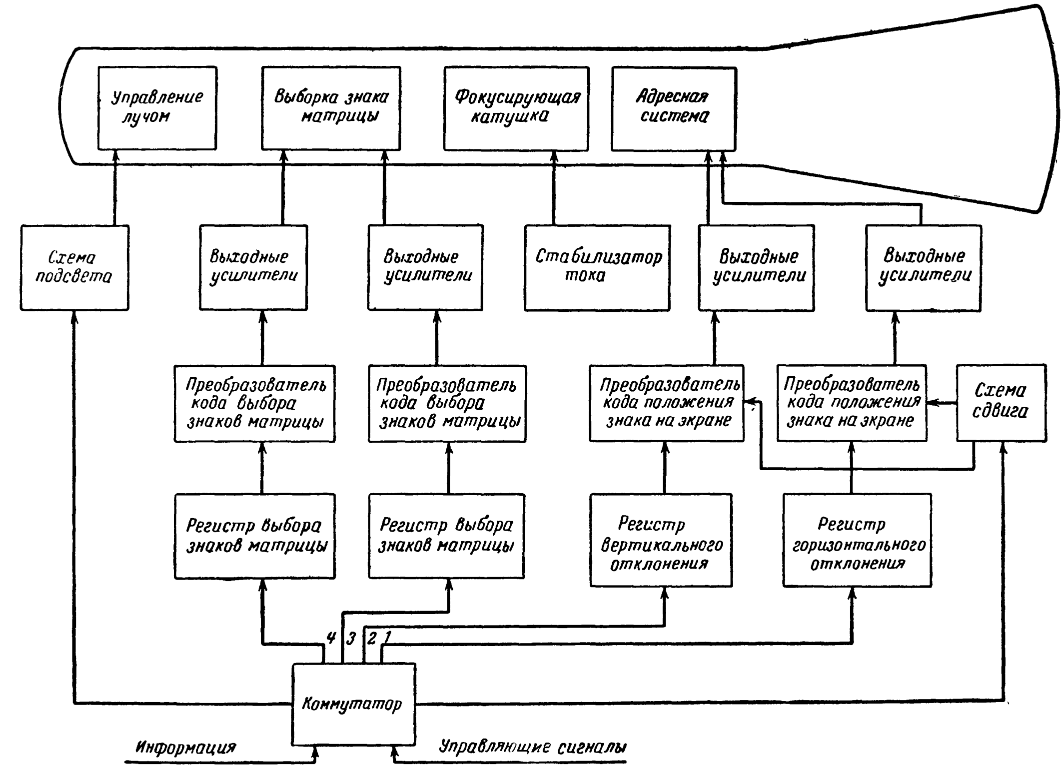


Рис. 24. Схема управления знаковый электронно-лучевой трубкой „Характрон“.

положение знака на экране трубки. С выходов коммутатора *1* и *2* они записываются на соответствующие регистры вертикального и горизонтального отклонений. Далее эти коды преобразуются в непрерывные значения токов, протекающих в отклоняющих катушках, устанавливая луч в заданное место на экране. При этом луч трубки заперт.

Затем на коммутатор последовательно поступают коды знаков матрицы, причем коды вертикальной и горизонтальной координат знака на матрице поступают одновременно. Эти коды с выходов коммутатора *3* и *4* записываются на регистры выбора знаков матрицы и воздействуют на преобразователи дискретного кода в управляющие напряжения. Полученные напряжения через двухтактные усилители поступают на выбирающие пластины трубки, определяя выбор того или иного знака на матрице.

В этот момент по специальному сигналу, поступающему на коммутатор вместе с кодом знака матрицы, срабатывает схема формирования импульса подсвета, отпирая луч трубки. Этот же сигнал с помощью схемы сдвига задает соответствующие приращения токов в катушках вертикального и горизонтального отклонения, с тем чтобы каждый последующий знак был сдвинут относительно предыдущего на определенное расстояние. Схема сдвига позволяет сопровождать целую группу знаков, выдаваемых из ЭЦМ, только одной парой координат, определяющих положение первого знака на экране. Расположение остальных знаков определяется схемой сдвига.

Для целей печатания выходной информации ЭЦМ трубки «Характрон» используются по-разному. Например, одной из американских фирм было разработано устройство для скоростной записи данных, поступающих от ЭЦМ, на кинопленку. Основной частью устройства является трубка «Характрон», экран которой фотографируется на 35-миллиметровую пленку. Кроме кинокамеры, в комплект входит схема управления, преобразующая информацию, поступающую из ЭЦМ в двоичном коде, в управляющие напряжения. На выходе устройства выдается готовая проявленная пленка. Однако при многих положительных качествах эта система обладает крупным недостатком, связанным с необходи-

мостью проявления пленки и размножением фотокопий. Это задерживает получение результатов и создает неудобства при эксплуатации устройства.

Было создано также печатающее устройство, известное под названием «С-5000». Система включает электронно-лучевую трубку «Характрон» и ксерографическое печатающее устройство. Сущность ксерографического метода печати заключается в следующем. Если на покрытую селеном положительно заряженную поверхность спроектировать какое-либо изображение, то в более освещенных местах положительный заряд уменьшается. Поверхность затем обрабатывается порошкообразной краской, частицы которой заряжены отрицательно, и все изображение переносится на бумагу, имеющую положительный заряд. Для закрепления на бумаге полученного рисунка он термически фиксируется. Схематично принцип действия устройства С-5000 представлен на рис. 25.

На селеновую поверхность вращающегося барабана проектируются знаки с экрана трубки «Характрон», управляемой сигналами из ЭЦМ. Полученное скрытое изображение воспроизводится с помощью отрицательно заряженной порошкообразной краски. Затем изображение печатается и закрепляется на бумаге при помощи специального устройства для термической фиксации. В заключение цикла печати поверхность барабана очищается от краски вакуумным очистителем, заряжается положительно и вновь поступает под проекционную систему. Устройство работает со скоростью 4 680 строк в 1 *мин* по 120 знаков в строке, далеко не полностью используя возможности «Характрона».

В США проводится работа по осуществлению контактной печати со знаковой электронно-лучевой трубки на особую светочувствительную бумагу «Электрофакс». Основная трудность при этом заключается в том, что из-за довольно значительной толщины стекла экрана невозможно получить достаточную четкость знаков на бумаге. Фирмой «Рейдио Корпорейшн оф Америка» специально для целей контактной печати разработана экспериментальная знаковая электронно-лучевая трубка с очень тонким экраном. Для этого в колбу вмонтирован тонкий лист прозрачной слюды толщиной 75 *мкн*. Несмотря на малую толщину, экран обладает достаточной

прочностью для того, чтобы не был нарушен высокий вакуум внутри колбы. Люминофор, нанесенный на внутреннюю поверхность экрана, обладает большой яркостью и малым временем послесвечения.

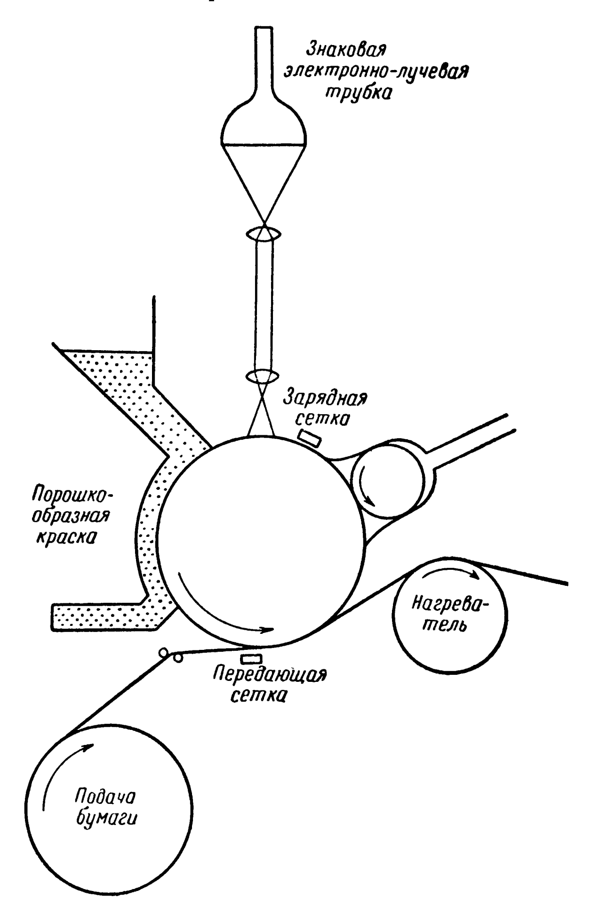


Рис. 25. Принцип действия ксерографического печатающего устройства С-5000.

Высокая скорость работы и возможность иметь большое разнообразие знаков (трубка, используемая в ксерографическом устройстве С-5000, позволяет печатать 64 различных знака: латинские буквы, цифры и 28 вспо-

могательных знаков) делают знаковые электронно-лучевые трубки особенно ценными для применения в выходных устройствах информационно-логических ЭЦМ. Использование таких трубок в выходных печатающих устройствах поможет обеспечить выполнение еще одного требования — выдавать информацию не только в форме обычной построчной печати, но и в виде различных сводок, ведомостей и других документов, что особенно важно для ЭЦМ, которые используются для решения экономических, статистических, учетно-плановых и других подобных задач. Это требование должно выполняться и для электромеханических выходных печатающих устройств, входящих в состав информационно-логических ЭЦМ.

Таким образом, как для устройств ввода данных, так и для устройств выдачи, сопрягаемых с информационно-логическими ЭЦМ, характерны два основных требования:

максимально возможное быстродействие, соизмеримое со скоростью работы внешнего накопителя;

удобство работы человека с документами, вводимыми в машину и выдаваемыми из нее.

Современное состояние техники ввода и вывода информации еще не обеспечивает полного выполнения этих требований и ставит вопрос о переходе от электромеханических к электронным входным и выходным устройствам.

Технические характеристики некоторых электронных цифро ческих

Название машины, система счисления и адресность	Разрядность и форма представления информации	Запоминающие устройства	
		ОЗУ (тип, емкость и время обращения)	Внешний накопитель (тип и емкость)
ИБМ-650 (США) Двоично-десятичная Двухадресная	1 слово — 10 дес. цифр и знак 1 дес. цифра — 7 дв. зн. в АУ и 5 дв. зн. на МБ	МС 60 слов 24 *мксек*	МБ 2 000 слов МЛ 16 блоков — 40 000 зон по 690 цифр на каждой
ИБМ-305 РАМАК (США) Двоично-десятичная Трехадресная	Буквенно-цифровая Слово переменной длины Максимальная длина — 100 знаков по 7 дв разрядов в каждом	МС 100 слов	МБ 2 800 дв. зн. МД от 5 до 20 млн знаков
ИБМ-705 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая Слово переменной длины 6 дв. разрядов в знаке	МС модель I 20 000 слов Модель II 40 000 слов Модель III 40 000 или 20 000 слов 17 *мксек* I и II; 9 *мксек* III	до 30 МБ по 60 000 дес. зн. до 100 МЛ
ИБМ-7070 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово — 10 дес. цифр или 5 букв 1 цифра — 5 дв. разрядов	МС 5 000 или 10 000 слов 6 *мксек*	МД 4 блока по 6 млн. знаков МЛ 12 блоков
ИБМ-704 (США) Двоичная Одноадресная	1 слово — 36 дв. разрядов	МС 4 096, 8 092 или 32 768 слов 12 *мксек*	МБ 16 000 слов МЛ 10 блоков по 9 млн. дес. знаков
ИБМ-709 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово-36 разрядов— 10 дес. цифр	МС 8 192 или 32 768 слов 12 *мксек*	МБ 16 000 слов МЛ 48 блоков
РКА-501 (США) Двоично-десятичная	Слово переменной длины 1 знак — 7 дв. разрядов	МС 16 384— 262 144 знака 15 *мксек*	МЛ 63 блока
БИЗМАК (США) Трехадресная	Буквенно-цифровая Слово переменной длины 1 буква — 6 дв. разрядов 1 цифра — 4 дв. разряда	МС I вариант 4 096 букв II вариант 8 192 буквы 20 *мксек*	МБ 16 368 или 32 768 букв МЛ до 200 блоков

вых машин, используемых для решения информационно-логи-задач

Время выполнения операций, *мсек*	Скорость работы магнитных лент	Устройства вывода и скорость работы	Количество ламп и полупроводников
Сложение 0,67—1,0 Умножение 2 4—19,6 Деление 6,2—23,4	1 174 *слова/сек* одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин* ПУ 150 *строк/сек* (по 100 зн. в строке) одновременно с вычислениями	2 200 ламп 4 000 диодов
Сложение 30 Умножение 60—190 Деление 100—370	—	То же	—
Сложение Модели I и II—0,12 „ III—0,086 Умножение Модели I и II—0,8 „ III—0,6 Деление Модели I и II—3,9 „ III—3,1	62 500 *зн/сек* одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин* ПУ 150 *строк/мин* (по 120 зн.) 500 *строк/мин* (по 120 зн) 1 000 *строк/мин* (60 и 120 зн.)	6 250 ламп 11 500 диодов
Сложение 0,072 Умножение 1,16 Деление 3,756	62 500 *зн/сек* одновременно с вычислениями	ПК 250 *пк/мин* ПУ 150 *строк/мин*	30 000 транзисторов 22 000 диодов
Сложение 0,024 Умножение 0,21 Деление 0, 24	2 500 *слов/сек* с прекращением вычислений	ПК 100 *пк/мин* ПУ 150 *строк/мин* по 72 знака в строке ПУ 150 *строк/мин* (по 120 зн.) и 1 000/*строк/мин* (по 60 зн.)*	7 500 ламп 30 000 транзисторов
Сложение 0,024 Умножение 0,024—0,24 Деление 0,024—0,24	2 500 *слов/сек* одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин* ПУ 150 *строк/мин* (по 120 зн. в строке)	—
Сложение 0,24—0,42 Умножение 1,9—9,6 Деление 1,3—2,4	33 333 *зн/сек*	—	—
Сложение 0,420 Умножение 2,324 Деление 20	10 000 *букв/сек*	ПК 150 *пк/мин** ПЛ 20 *зн/сек* ПУ 600 *строк/мин* по 120 зн. в строке	35 000 ламп 84 500 диодов 200 транзисторов

Название машины, система счисления и адресность	Разрядность и форма представления информации	Запоминающие устройства	
		ОЗУ (тип, емкость и время обращения)	Внешний накопитель (тип и емкость)
ДЕЙТАМАТИК-1000 (США) Двоично-десятичная Трехадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—12 дес. цифр или 8 буквенно-цифровых знаков	МС 2 000 слов (допускается подключение еще ОЗУ на 2 000 слов) 10 *мксек*	МЛ до 100 блоков по 3 100 000 слов на каждой
ДЕЙТАТРОН-220 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—10 дес. цифр и знак 1 цифра—4 дв. разр.	МС 2 блока по 5 000 слов 10 *мксек*	МЛ 10 блоков (всего 550 млн. зн.)
Транзак С-2000 (США) Двоичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—48 дв. разрядов	МС до 32 768 слов 5 *мксек*	МБ до 256 барабанов по 32 768 слов на каждом МЛ
НКР-304 (США) Двоично-десятичная Трехадресная	1 слово—10 дес. цифр 1 цифра—6 дв. разрядов	МС от 2 400 до 4 800 слов 60 *мксек*	МЛ от 2 до 64 блоков по 850 000 слов на ленте
Альвак III Е (США) Двоичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—32 дв. разряда и знак	128 регистров 4 *мсек*	МБ 8 192 слова МЛ 16 блоков (всего на МЛ 7 168 000 чисел)
Альвак-800 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—12 дес. цифр и знак	МС до 10 блоков по 1 000 слов в каждом 88 *мксек*	МБ до 500 барабанов по 2 000 слов в каждом МЛ до 100 блоков по 200—400 слов в каждом
Хоневелл-800 (США) Трехадресная	—	МС 4 096—16 384 слов	МЛ

Время выполнения операций, *мсек*	Скорость работы магнитных лент	Устройства вывода и скорость работы	Количество ламп и полупроводников
Сложение 0,232 Умножение 1 Деление 0,89—3,75	1 000 *слов/сек* одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин** ПУ 900 *строк/мин* при 120 знаках в строке	3 600 ламп 60 000 диодов 500 транзисторов (основная машина)
Сложение 0,185 Умножение 2,1 Деление 4,0	24 000 *зн/сек*	ПК 100 *пк/мин* ПЛ 60 *цифр/сек* ПУ 10 *цифр/сек* и 150 *строк/мин*	1 500 ламп 3 500 диодов
Сложение 0,018 (фикс) Умножение 0,065 (фикс) Деление 0,065 (фикс)	45 000 *слов/сек* одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин* ПЛ 60 *цифр/сек* ПУ 900 *строк/мин* (по 120 зн. в строке)	41 600 полупроводников
Сложение 0,18 Умножение 1,14 Деление 1,32	6 600 *слов/сек* с прекращением вычислений	ПЛ 60 *цифр/сек* ПУ 600 *строк/мин* (по 120 зн. в строке)	8 000 диодов 4 000 транзисторов
Сложение 0,5 Умножение 0,5—17 Деление 0,5—17	603 *слова/сек*	ПК 100 *пк/мин* ПЛ 60 *цифр/сек*	2 400 ламп 6 000 диодов
Сложение 0,096 Умножение до 0,3 Деление до 0,5	15 000 *цифр/сек* одновременно с вычислениями	ПЛ 60 *цифр/сек* ПК 100 *пк/мин* ПУ 150 *строк/мин*	40 ламп 500 транзисторов 11 000 диодов (основная машина)
Сложение 0,036 Умножение 0,06—0,2 Деление 0,3—0,9	96 000 *цифр/сек*	ПК 100 или 200 *пк/мин* ПУ 150 и 600—900 *строк/мин*	—

Название машины, система счисления и адресность	Разрядность и форма представления информации	Запоминающие устройства	
		ОЗУ (тип, емкость и время обращения)	Внешний накопитель (тип и емкость)
МОБИДИК (США) Двоично-десятичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—38 дв. разрядов (до 50) 1 алфавитно цифровой знак—6 дв. разрядов	МС 1 блок—4 096 слов Может быть от 1 до 7 блоков 8 *мксек*	МЛ большое количество
Унивак-2 (США) Двоично-десятичная Одноадресная	1 слово—12 дес цифр 1 цифра—6 дв. разрядов	МС 2 000—10 000 слов 20,2 *мксек*	МЛ 16 блоков по 3 млн. цифр
Унивак-файл (США) Двоично-десятичная Трехадресная	1 слово—12 дес. цифр	МС 4 096 слов 17 *мксек*	МБ на 16 384 слова (10 шт.) и на 1 000 слов (быстродействующий) МЛ 10 блоков по 2,4 млн. дес. зн в каждом
Диана (США) Двоично-десятичная Двухадресная	Буквенно-цифровая Слово переменной длины	МС 200—10 000 букв или цифр 34 *мксек*	МБ до 330 шт. по 1 875 000 букв или 2,5 млн. цифр
Нейшнл Эллиот-405 (Англия) Двоичная Одноадресная	Буквенно-цифровая 1 слово—9 дес. цифр или 6 букв, всего 32 дв разряда	Никелевые ЛЗ 512 слов 1 *мксек*	МБ 4 096 слов, МД 32 768 или 16 384 слова, МЛ 16 блоков по 2,7 млн. дес. цифр
Эмидек-2400 (Англия) Двоичная Двухадресная	Буквенно-цифровая Слово переменной длины (от 6 до 15 знаков) 1 знак—6 дв. разрядов	МС 4 096 37—разрядных числа 15 *мксек*	МЛ до 25 блоков по 30 млн. знаков каждый
Персей (Англия) Двоичная, двоично-десятичная и стерлинговая Одно-и двухадресные команды	Буквенно-цифровая 1 слово—72 дв. разряда 12 букв или цифр по 6 дв. разрядов каждая	Никелевые ЛЗ 1 024 слова 2 *мсек*	МЛ до 16 блоков может быть установлен МБ

Время выполнения операций, *мсек*	Скорость работы магнитных лент	Устройства вывода и скорость работы	Количество ламп и полупроводников
Сложение 0,016 Умножение 0,086 Деление 0,088	МЛ работает одновременно с вычислениями	ПЛ и ПУ	—
Сложение 0,44 Умножение 2,14 в среднем Деление 3,94 в среднем	25 000 *зн/сек* одновременно с вычислениями	—	—
Сложение 9,5 Умножение 21 Деление 30 в среднем	—	ПК 150 *пк/мин* ПУ 8 *цифр/сек*	—
Сложение 0,56 Умножение 3,137 Деление 4,830	—	ПК 100 *пк/мин* ПЛ 60 *цифр/сек* ПУ 150 *строк/мин*	1 300 ламп 62 000 диодов
Сложение 0,153 Умножение 3,3 Деление 3,3	5 000 *цифр/сек* одновременно с вычислениями	ПЛ 25 *цифр/сек* ПУ 300 *строк/мин* по 140 знаков в строке	—
Сложение 0,035 Умножение 0,12 Деление 0,2	—	Используется ксерографическое печатающее устройство	—
Сложение 0,234 Умножение 0,780 Деление 11	670 *слов/сек*	ПУ 300 *строк/мин* по 140 зн. в строке	—

Название машины, система счисления и адресность	Разрядность и форма представления информации	Запоминающие устройства	
		ОЗУ (тип, емкость и время обращения)	Внешний накопитель (тип и емкость)
ПЕГАС (Англия) Двоичная Двухадресная	1 слово—39 дв. разрядов	Никелевые ЛЗ 48 слов	МБ 4 096 чисел МЛ 4 блока по 230 000 чисел
ЛЕО-2 (Англия) Двоичная Одно- или двухадресные команды	1 слово—18 или 36 двоичных разрядов	Ртутные ЛЗ 2 048 чисел	МБ 8 шт. по 8 192 числа. МЛ 8 блоков
Метровик-1010 (Англия) Двоичная Одноадресная	1 слово—44 разряда	МС 4 096 слов	МБ на 8 192 слова и на 60 000 слов, МЛ 2 блока
ГАММА-60 (Франция) Двоично-десятичная Одно-, двух-, трехадресные команды	Буквенно-цифровая 1 слово—24 дв разряда 1 цифра—4 дв. разряда 1 буква—6 разрядов	МС от 1 до 8 блоков по 4 096 слов 11 *мксек*	МЛ несколько блоков по 7,5 млн. чисел МБ несколько штук по 32 768 слов
ЕР-56 (ФРГ) Двоично-десятичная Одноадресная	1 слово—13 дес. цифр и знак	МС до 10 000 слов (3—10 блоков по 200—1 000 слов)	МЛ—любое число блоков по 1,8 млн. слов каждый МБ—любое число по 12 000 7 разрядных слов
Сименс-2002 (ФРГ) Двоично-десятичная Одноадресная	1 слово—12 дес. цифр	МС до 100 000 слов блоками по 1 000, 5 000 и 10 000 слов 5 *мксек*	МБ 10 000 слов МЛ до 50 блоков

* Данные указаны для случая перезаписи информации с магнитной ленты на

Примечание. В таблице приняты следующие сокращения: МБ — магнит сердечники, ЛЗ — линии задержки, ПУ — печатающее устройство, ПК — перфокар

Время выполнения операций, *мсек*	Скорость работы магнитных лент	Устройства вывода и скорость работы	Количество ламп и полупроводников
Сложение 0,315 Умножение 2 Деление 5,5	9 250 *зн/сек*	ПК 100 *пк/мин** ПЛ 33 *зн/сек* ПУ 150 *строк/мин*	—
Сложение 0,34 Умножение 3,5 Деление 3,5	Магнитная лента работает одновременно с вычислениями	ПК 100 *пк/мин* ПУ 300 *строк/мин*	5 000 ламп
Сложение 0,020 Умножение 0,25 Деление 0,25	Магнитная лента работает одновременно с вычислениями	ПУ 300 *строк/мин*	—
Сложение 0,1 Умножение 0,3 Деление 0,6	3 750 *слов/сек*	ПК 300 *пк/мин* ПЛ 25 *цифр/сек* ПУ 300 *строк/мин* по 120 знаков в строке	400 ламп 30 000 транзисторов 200 000 диодов
Сложение 0,3 (фикс) Умножение 2,15 (фикс) Деление 9 (фикс)	4 000 и 9 000 *слов/сек*	ПЛ 50 *цифр/сек* ПУ—15 *строк/сек* по 120—190 знаков в строке	12 000 транзисторов 30 000 диодов
Сложение 0,09 (фикс) Умножение 1,26 (фикс) Деление 0,51 (фикс)	62 500 *зн/сек* одновременно с вычислениями	ПЛ 20 или 50 *цифр/сек* ПУ 10 *цифр/сек*	30 000 диодов 15 000 транзисторов

внешние устройства.

ный барабан, МЛ — магнитная лента, МД — магнитные диски, МС — магнитные та, ПЛ — перфолента.

ЛИТЕРАТУРА

Берг А. И., Китов А. И., Ляпунов А. А., Радиоэлектронику на службу управления народным хозяйством, «Коммунист», 1960, № 9.

Китов А. И., Криницкий Н. А., Электронные цифровые машины и программирование, Физматгиз, 1959.

Иньков Ю. И., Электронные вычислительные машины, Рынок капиталистических стран, Внешторгиздат, 1958.

Аронович М. А., Применение электронных вычислительных машин в организации и экономике производства, «Вестник машиностроения», 1958, серия VIII, № 8.

Белкин В., Экономические расчеты с помощью электронных вычислительных машин, «Вопросы экономики», 1959, серия X, № 10.

Александров А., Лурье А., Олейник Ю., Применение электронных вычислительных машин в оперативном планировании, «Автомобильный транспорт», 1959, № 6.

Вопросы расчета и конструирования электронных вычислительных машин, Сборник статей, выпуск 1, Машгиз, 1960.

Иоффе А. Ф., Применение магнитной записи, Госэнергоиздат, 1959.

Крайзмер Л. П., Запоминающие устройства, Госэнергоиздат, 1959.

Гутенмахер Л. И., Электронные информационно-логические машины, Изд. АН СССР, 1960.

Соловейчик И. Е., Анищенко П. М., Знаковая индикация и ее применение в современных радиоэлектронных системах, изд. «Советское радио», 1959.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 17 коп.

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Вышли из печати следующие выпуски:

И. Я. Брейдо, Ламповые усилители сигналов постоянного тока, 87 стр., тираж 50 000 (1-й завод 10 000 экз.), ц. 20 коп., вып. 384.

Г. Б. Богатов, Как было получено изображение обратной стороны Луны, 64 стр., тираж 50 000 (1-й завод 20 000 экз.), ц. 14 коп., вып. 385.

С. Е. Загик и Л. М. Капчинский, Приемные телевизионные антенны, 128 стр., тираж 140 000 (1-й завод 5 000 экз.), 27 коп., вып. 386.

С. А. Ельяшкевич, Устранение неисправностей в телевизоре, 208 стр., тираж 225 (1-й завод 5 000 экз.) ц. 43 коп., вып. 387.

А. И. Зиньковский, Радиотехника и космические полеты, 48 стр., тираж 38 000 экз., ц. 12 коп., вып. 388.

А. А. Корнеев и А. Н. Корнеев, Адаптеризованная гитара, 24 стр., тираж 28 000 экз., ц. 5 коп., вып. 390.

Е. К. Сонин, Портативный магнитофон на транзисторах, 32 стр., тираж 80 000 экз., ц. 7 коп., вып. 392.

Ю. Д. Пахомов, Зарубежные магнитофоны, 168 стр., тираж 45 000 экз., ц. 36 коп., вып. 393.

Справочник радиолюбителя под общей ред. А. А. Куликовского, изд. 3-е, дополненное и переработанное 500 стр. (большой формат), тираж 200 000 экз. (1-й завод 40 000 экз.), ц. 3 р. 27 к., вып. 394.

В. Ф. Самойлов, Синхронизация генераторов телевизионной развертки, 96 стр., тираж 65 000 экз., ц. 19 коп., вып. 395.

А. Я. Глиберман и А. К. Зайцева. Кремниевые солнечные батареи, 72 стр., тираж 35 000 экз., ц. 15 коп., вып. 396.

Е. М. Мартынов, Бесконтактные переключающие устройства, изд. 2-е, дополненное, 176 стр., тираж 50 000 экз., ц. 38 коп. вып. 397.

Печатаются

С. А. Ельяшкевич, Устранение неисправностей в телевизоре, тираж 95 000 экз. (2-й завод).

Справочник начинающего радиолюбителя, под ред. Р. М. Малинина, 48 л., тираж 40 000 экз. (1-й завод).

Госэнергоиздат заказов на книги не принимает и книг не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга — почтой».

Заказы можно направлять: г. Москва, В-218, 5-я Черемушкинская ул., 14, Книжный магазин № 93 «Книга — почтой».

Рекомендуем заказывать литературу только по плану текущего года. Книги Массовой радиобиблиотеки расходятся очень быстро, и поэтому выпуски прошлых лет давно уже все распроданы.

Высылку книг наложенным платежом производит также магазин технической книги № 8 «Книга — почтой», Москва, Петровка, 15.